

Université de Montréal

**Estimation de la mortalité attendue à long terme des maladies
chroniques : une comparaison de différentes méthodes d'analyse**

Par

Raphaël Roy-Brunelle

Faculté de Médecine

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Maîtrise en
Sciences Biomédicales, option médecine d'assurance et d'expertise

Février 2021

© Raphaël Roy Brunelle, 2021

Résumé

Il est rarement possible de connaître avec précision la mortalité à long terme associée à une condition médicale. Cependant, l'estimation de cette mortalité est primordiale dans certains domaines tels l'assurance-vie et l'expertise médicale. La méthode du *Relative Risk* (RR) constant, qui est la plus utilisée, comporte plusieurs failles, permettant seulement de faire des estimations grossières et conservatrices de cette mortalité.

Nous avons donc comparé deux autres méthodes d'estimation de la mortalité, soit *Excess Death Rate* (EDR) constant et *Proportional Life Expectancy* (PLE). Nous avons analysé la mortalité à long terme de plusieurs maladies chroniques, entre autres le cancer et les maladies cardiovasculaires, et avons comparé ces résultats avec ceux que nous donnaient les différentes méthodes d'estimation. Nous avons ainsi pu déterminer la meilleure méthode.

Nos résultats indiquent que les méthodes EDR constant et PLE sont supérieures au RR constant dans l'estimation de la mortalité. Aussi, plus l'estimation de la survie se fait à long terme, plus l'EDR constant et la PLE donnent de meilleurs résultats. Finalement, l'âge ou le type de conditions médicales analysées ne semblent pas avoir un impact déterminant lorsque l'on choisit d'utiliser l'une des trois méthodes.

Les méthodes de l'EDR constant et la PLE devraient être préconisées dans l'analyse de la mortalité lors de la sélection des risques en médecine d'assurance ou lors d'évaluation de l'espérance de vie pour une expertise médicale.

Mots-clés : Mortalité, Survie, Condition médicale chronique, Long terme, Estimation, Ratio de mortalité, Excès de mortalité, Espérance de vie proportionnelle (PLE), Espérance de vie.

Abstract

Long term mortality associated to medical conditions is rarely known with accuracy. Despite this, mortality assessment is essential in certain field of activity, such as life insurance and medical expertise. Constant Relative Risk (RR) methodology is the most used method although often leading to superficial and conservative estimations.

We then decided to compare two mortality estimation methods, the constant Excess Death Rate (EDR) and the Proportional Life Expectancy (PLE). We analyzed long term mortality of several chronic medical conditions, such as cancers and coronary artery diseases, and we compared those results with those from the three distinct estimation methods. Thus, we were able to determine which methodology is the most accurate.

Our results show that constant EDR and PLE are superior to constant RR to better estimate the mortality. The longer the follow-up is, the better those methods are. Finally, factors like age and the kind of the medical condition seem not to have an important impact when it comes to identify the most suitable method.

Constant EDR and PLE should be recommended for mortality assessment in medical insurance underwriting and for life expectancy evaluation in medical expertise.

Keywords: Mortality, Survival, Chronic medical condition, Long term, Estimation, Mortality Ratio, Excess death rate, Proportional Life Expectancy (PLE), Life expectancy.

Table des matières

Résumé.....	2
Abstract	3
Table des matières	4
Liste des tableaux.....	6
Liste des figures.....	11
Liste des sigles et abréviations.....	13
Introduction.....	14
1. Méthodologie	18
1.1 Sélection des articles	19
1.2 Calcul de mortalité.....	19
1.3 Choix de table de mortalité	22
1.4 Âge	23
1.5 Étapes de la méthodologie.....	24
2. Cancers	26
2.1 Leucémie myéloïde chronique.....	26
2.2 Cancer de la prostate.....	30
2.3 Cancer du sein.....	37
2.4 Lymphome de Hodgkin	43
3. Les Maladies Vasculaires	47
3.1 Pontage aortocoronarien.....	48
3.1.1 Pontage à 50 ans et moins	50
3.1.2 Pontage à l'âge de 51 à 70 ans.....	51

3.1.3 Pontage à 71 ans et plus	53
3.2 Revascularisation par angioplastie coronarienne	57
3.3 Accidents vasculaires cérébraux	61
3.3.1 Accident vasculaire cérébral chez les jeunes adultes	61
3.3.2 Accident vasculaire cérébral chez les personnes âgées.....	64
4. Cardiomyopathie hypertrophique.....	69
5. L'apnée du sommeil	73
5.1 Apnée du sommeil diagnostiquée dans une clinique spécialisée	75
5.1 Apnée du sommeil diagnostiquée lors d'une hospitalisation	77
6. Virus Immunodéficience Humaine.....	81
7. Résultats globaux	85
7.1 Données et analyses brutes	85
7.2 Données des cinq dernières années de suivi	85
7.3 Données de la deuxième moitié du suivi	87
7.4 L'estimation de la survie en fonction de la durée du suivi	89
7.5 L'estimation de la survie en fonction de l'âge de la cohorte	93
7.6 L'estimation de la survie en fonction des types de conditions médicales.....	95
7.7 Comparaison entre les différentes méthodes	97
8. Discussion	99
9. Conclusion	105
Référence bibliographique	106

Liste des tableaux

Tableau 1. –	Leucémie myéloïde chronique : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à 7 ans de suivi.	27
Tableau 2. –	Leucémie myéloïde chronique : survie cumulative selon la population générale de l'Allemagne(P'), selon l'étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).....	28
Tableau 3. –	Leucémie myéloïde chronique : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (13 ans) et l'écart entre la vraie valeur (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.	29
Tableau 4. –	Cancer de la prostate : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à 8 ans de suivi.	32
Tableau 5. –	Cancer de la prostate (prostatectomie radicale) : survie cumulative selon la population générale des États-Unis (P'), selon l'étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).	33
Tableau 6. –	Cancer de la prostate (prostatectomie radicale) : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (19 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.	34
Tableau 7. –	Cancer de la prostate (observation) : survie cumulative selon la population générale des États-Unis (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).....	34
Tableau 8. –	Cancer de la prostate (observation) : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (19 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.	35
Tableau 9. –	Cancer de la prostate : moyenne absolue de l'écart entre les différentes méthodes d'estimation et la dernière année de suivi des 2 cohortes.	35
Tableau 10. –	Carcinome canalaire infiltrant : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à 12 ans de suivi.	39

Tableau 11. – Carcinome canalaire infiltrant : survie cumulative selon la population générale des États-Unis (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).....	40
Tableau 12. – Carcinome canalaire infiltrant : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (24 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.	41
Tableau 13. – Lymphome de Hodgkin : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR après 5 ans de délai et 8 ans de suivi (année 13).....	44
Tableau 14. – Lymphome de Hodgkin : survie cumulative selon la population générale d'Allemagne (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).....	45
Tableau 15. – Lymphome de Hodgkin : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (15 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.....	46
Tableau 16. – Pontage aortocoronarien : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à huit ans de suivi.	49
Tableau 17. – Pontage 50 ans et moins : survie cumulative selon la population générale de la Suède (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).	50
Tableau 18. – Pontage à 50 ans et moins : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (16 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.	51
Tableau 19. – Pontage de 51 à 70 ans : survie cumulative selon la population générale de la Suède (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).	52
Tableau 20. – Pontage de 51 à 70 ans : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (16 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.....	53
Tableau 21. – Pontage à 71 ans et plus : survie cumulative selon la population générale de la Suède (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).	54

Tableau 22. – Pontage à 71 ans et plus : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (16 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.	55
Tableau 23. – Pontage aortocoronarien : moyenne absolue de l'écart entre les différentes méthodes d'estimation et la dernière année de suivi des trois cohortes.	56
Tableau 24. – Angioplastie : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à huit ans de suivi.	58
Tableau 25. – Angioplastie : survie cumulative selon la population générale de la Norvège (P'), selon l'étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).....	59
Tableau 26. – Angioplastie : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (16 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.....	60
Tableau 27. – AVC chez les jeunes : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à huit ans de suivi.	62
Tableau 28. – AVC chez les jeunes : survie cumulative selon la population générale des Pays-Bas(P'), selon étude (P1), RR constant (P2), EDR constant (P3) et selon PLE (P4).....	63
Tableau 29. – AVC chez les jeunes : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (15 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.....	63
Tableau 30. – AVC chez les personnes âgées : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à huit ans de suivi.	66
Tableau 31. – AVC chez les personnes âgées : survie cumulative selon la population générale de la Norvège (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).....	67
Tableau 32. – AVC chez les personnes âgées : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (15 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.	67
Tableau 33. – AVC : moyenne absolue de l'écart entre les différentes méthodes d'estimation et la dernière année de suivi des 2 cohortes (jeune et âgée).....	68

Tableau 34. –	Cardiomyopathie : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à cinq ans de suivi.	70
Tableau 35. –	Cardiomyopathie : survie cumulative selon la population générale des femmes des États-Unis (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).....	71
Tableau 36. –	Cardiomyopathie : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (15 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.....	72
Tableau 37. –	Apnée du sommeil diagnostiquée dans une clinique spécialisée : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à 5 ans de suivi.....	75
Tableau 38. –	Apnée du sommeil diagnostiquée dans une clinique spécialisée : survie cumulative selon la population générale de la Suède (P'), selon l'étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).	76
Tableau 39. –	Apnée du sommeil diagnostiquée dans une clinique spécialisée : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (10 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.	76
Tableau 40. –	Apnée du sommeil diagnostiquée lors d'une hospitalisation : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à cinq ans de suivi.....	77
Tableau 41. –	Apnée du sommeil diagnostiquée lors d'une hospitalisation : survie cumulative selon la population générale de la Suède (P'), selon l'étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).	78
Tableau 42. –	Apnée du sommeil diagnostiquée lors d'une hospitalisation : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (10 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.	79
Tableau 43. –	Apnée du sommeil : moyenne absolue de l'écart entre les différentes méthodes d'estimation et la dernière année de suivi des deux cohortes.	79

Tableau 44. –	VIH : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à six ans de suivi.	82
Tableau 45. –	VIH : survie cumulative selon la population générale d’Afrique du Sud (P’), selon l’étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).	82
Tableau 46. –	VIH : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (12 ans) et l’écart entre la valeur observée (l’étude) et les différentes méthodes d’estimation.....	83
Tableau 47. –	Ensemble des résultats de la différence entre la méthode d’estimation et le résultat de l’article analysé à la dernière année de suivi pour chacune des conditions étudiées.	84
Tableau 48. –	Moyenne absolue de la différence entre la méthode d'estimation et la valeur des articles sélectionnés lors des cinq dernières années de suivi.	86
Tableau 49. –	Moyenne absolue de la différence entre la méthode d'estimation et la valeur des articles sélectionnés pour la seconde moitié de suivi.	88
Tableau 50. –	Information sur l’âge de la cohorte et la durée du suivi des conditions médicales analysées.....	90
Tableau 51. –	Résultats des différentes méthodes d’estimation selon différents moments de suivi en fonction des types de conditions médicales (MCAS et autres conditions médicales incluant VIH, Apnée du sommeil et Cardiomyopathie)	96
Tableau 52. –	Résultats des différentes méthodes d’estimation selon différents moments de suivi en fonction des types de conditions médicales (Cancer).	96
Tableau 53. –	Différence en pourcentage entre RR constant et les résultats des méthodes EDR constant et PLE.....	98

Liste des figures

Figure 1. –	Proportion (en pourcentage) de personnes d’une cohorte synthétique survivant de la naissance à l’âge x, selon l’âge et le sexe, Canada, 1931 et 2010.....	16
Figure 2. –	Leucémie myéloïde chronique : survie cumulative traitée avec TKI. Nous utilisons la courbe <i>Observed survival</i> qui correspond à la survie cumulative observée.....	27
Figure 3. –	Cancer de la prostate : mortalité cumulative de toutes causes par rapport aux deux différentes approches (observation et prostatectomie radicale) en fonction de la durée du suivi. Figure reproduite avec la permission de Follow-up of Prostatectomy versus Observation for Early Prostate Cancer, Copyright Massachusetts Medical Society.	31
Figure 4. –	Survie cumulative de toutes causes du carcinome canalaire infiltrant (<i>Infiltrating Ductal Carcinoma</i> , ou IDC, en noir) et du carcinome lobulaire infiltrant (<i>Infiltrating Lobular Carcinoma</i> , ou ILC, en rouge)	38
Figure 5. –	Survie cumulative des patients atteints du Lymphome de Hodgkin classique qui n’ont pas eu de récurrence (courbe en bleu).	44
Figure 6. –	Survie cumulative après un pontage aortocoronarien (PAC) selon les différentes cohortes de l’étude analysé.	48
Figure 7. –	Analyse de la mortalité cumulative selon deux interventions différentes. PCI : <i>percutaneous coronary intervention</i> (en français : angioplastie), CABG : <i>coronary artery bypass grafting</i> (en français : pontage coronarien).	57
Figure 8. –	AVC chez les personnes âgées : en vert, la survie cumulative de la population étudiée provenant de l’article analysé.....	65
Figure 9. –	Survie cumulative chez les hommes et femmes avec un diagnostic de cardiomyopathie hypertrophique (CMH).	69
Figure 10. –	Survie cumulative chez les hommes après un diagnostic d’apnée du sommeil diagnostiquée dans une clinique spécialisée (<i>outpatient</i> dans le graphique) et lors d’une hospitalisation (<i>inpatient</i> dans le graphique). <i>Noncases</i> est le groupe contrôle.	74
Figure 11. –	Survie cumulative des hommes et des femmes atteints du VIH selon les périodes de début de traitement ART.	84

Figure 12. – Courbe de tendance du MR : moyenne absolue de la différence entre les méthodes d'estimation et les valeurs des articles sélectionnés à la seconde moitié de suivi en fonction de la durée du suivi.....	91
Figure 13. – Courbe de tendance de la survie (%) : moyenne absolue de la différence entre les méthodes d'estimation et les valeurs des articles sélectionnés à la seconde moitié de suivi en fonction de la durée du suivi.....	92
Figure 14. – Courbe de tendance du MR : moyenne absolue de la différence entre les méthodes d'estimations et les valeurs des articles sélectionnés à la seconde moitié de suivi en fonction de l'âge.....	93
Figure 15. – Courbe de tendance de la survie (%) : moyenne absolue de la différence entre les méthodes d'estimation et les valeurs des articles sélectionnés à la seconde moitié de suivi en fonction de l'âge.....	94

Liste des sigles et abréviations

EDR : *Excess Death Rate* (en français : excès de mortalité)

LE : *Life Expectancy* (en français : espérance de vie)

MR : *Mortality Ratio* (en français : ratio de mortalité)

P : Survie cumulative observée

P' : Survie cumulative attendue

PLE : *Proportional Life Expectancy* (en français : espérance de vie proportionnelle)

q' : Moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité attendue

q : Moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité observée

Q : Mortalité cumulative observée

Q' : Mortalité cumulative attendue

RR : *Relative Risk* (en français : risque relative)

SMR : *Standardised Mortality Ratio* (en français : ratio de mortalité standardisé)

Introduction

Les primes d'assurance-vie qu'un assuré paye afin de bénéficier d'une couverture sont déterminées en grande partie par l'estimation de l'espérance de vie de cette personne. Le processus de tarification et de la sélection des risques sert principalement à calculer la juste prime qu'un assuré doit payer selon cette espérance de vie, déterminée en fonction de son âge, son sexe et son état de santé. De manière générale, on définit l'espérance de vie d'une personne comme le nombre d'années moyen qu'il lui reste à vivre selon les conditions observées au cours d'une année précise [1]. Pour une population, c'est en fait la durée moyenne de la vie humaine à un âge donné. Ainsi, la médecine d'assurance s'intéresse principalement à la mortalité à long terme des maladies afin de déterminer la façon la plus précise possible l'espérance de vie et ainsi, la prime juste qui doit être déboursée par chaque client. Le calcul de l'espérance de vie d'une personne est déterminé à partir de tables de mortalité où l'on doit ajouter la surmortalité en lien avec les conditions de santé. Ainsi, une personne en meilleure santé payera moins cher une prime d'assurance qu'une personne qui est atteinte d'une ou plusieurs maladies qui diminuent son espérance de vie.

Avec une population toujours vieillissante où l'espérance de vie progresse d'année en année [2], il est primordial de déterminer une méthodologie appropriée permettant de calculer avec précision la mortalité à long terme des maladies chroniques. En effet, les assureurs doivent s'ajuster à la croissance des demandes d'assurance qui sont faites pour des clients de plus en plus âgé aux prises avec ce genre de maladies.

Traditionnellement, la surmortalité utilisée en sélection des risques d'assurance vie est déterminée par le calcul du *Mortality Ratio* (MR, en français : ratio de mortalité)¹. Le MR est le ratio entre la mortalité observée d'une condition de santé par rapport à celle qui est normalement attendue (par exemple, dans la population générale ou la population d'assurés. Une autre

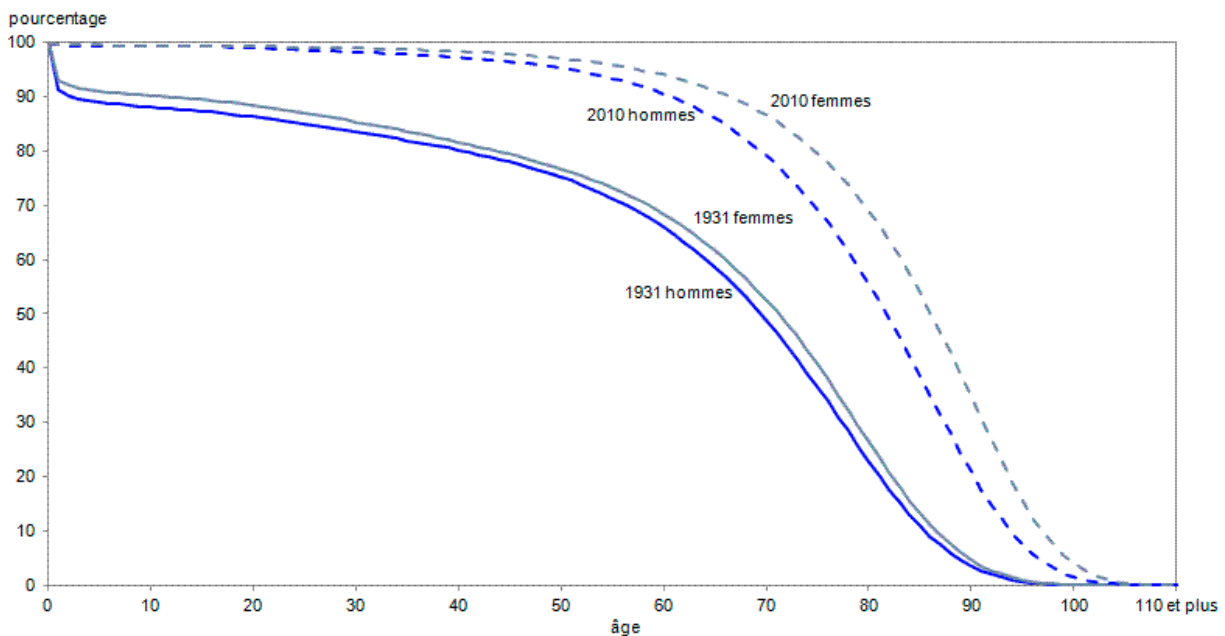
¹ Pour des raisons d'usage courant dans la littérature, l'acronyme anglais de ce concept sera utilisé dans tout le reste du présent texte.

méthode connue mais moins utilisée est *Excess Death Rate* (EDR, en français : excès de mortalité)². L'EDR se définit comme la différence entre la mortalité observée et celle attendue.

Il existe donc déjà des méthodes afin d'estimer cette surmortalité à long terme et l'espérance de vie associée. Cependant, elles ne sont pas parfaites. En fait, les calculs se font à partir de l'analyse d'articles scientifiques publiés dans la littérature mais ces calculs ne permettent généralement pas de connaître la surmortalité d'une condition sur une longue période de temps ou pour toute une population et des estimations sont donc nécessaires afin d'extrapoler cette mortalité. Ces estimations sont souvent grossières et conservatrices. Combinées avec le statu quo, cela empêche les compagnies d'assurance de se démarquer les unes des autres. De manière générale, ce phénomène amène également des tarifs plus élevés pour le client. En effet, comme les méthodes conventionnelles surestiment la plupart du temps la mortalité à long terme d'une maladie, donnant ainsi une espérance de vie plus basse, les clients voient leur coût de primes d'assurance-vie augmenter. Il a été rapporté que cette surestimation du risque était particulièrement vraie pour les âges avancés [3, 4]. Dans un domaine où la concurrence est de plus en plus forte, les compagnies d'assurances n'ont plus le luxe de faire ce genre d'estimation grossière.

Il a été observé de façon empirique qu'après les premières années de traitement (par exemple pour le diabète ou un cancer) ou d'un événement (par exemple un infarctus ou accident vasculaire cérébral), le graphique de la survie cumulative de la plupart des maladies chroniques avait en général la même tendance, ressemblant à une courbe de survie standard et ce, en fonction de l'âge de la population étudiée. La Figure 1 montre une courbe de survie standard chez les hommes et femmes pour les années 1931 et 2010 au Canada [5].

² Pour des raisons d'usage courant dans la littérature, l'acronyme anglais de ce concept sera utilisé dans tout le reste du présent texte.



Notes : Statistique Canada produit des tables de mortalité pour une période de référence de trois ans. Afin d'en faciliter la lecture, chacune des années indiquées réfère à l'année du milieu de la période de trois ans. Par exemple, « 2010 » réfère à la période 2009 à 2011.

Sources : Statistique Canada, tables de mortalité officielles et Division de la démographie.

Figure 1. — Proportion (en pourcentage) de personnes d'une cohorte synthétique survivant de la naissance à l'âge x, selon l'âge et le sexe, Canada, 1931 et 2010.

À partir de cette observation, une méthode avait été avancée il y a déjà plusieurs années afin d'estimer de façon plus précise la mortalité de ces types de conditions. Cette méthode se nomme la *Proportional Life Expectancy* (PLE, en français : espérance de vie proportionnelle)³ [4, 6]. PLE donnait de meilleurs résultats que les méthodes traditionnelles pour estimer l'espérance de vie d'une personne aux prises avec une condition dite chronique tels que les traumatismes médullaires, la paralysie cérébrale et le diabète.

Compte tenu de la problématique décrite plus haut et du potentiel qui avait été avancé par la méthode PLE, il serait judicieux de valider adéquatement cette méthode afin d'en faire bénéficier les compagnies d'assurance et leurs clients. Nous analyserons donc de façon plus systématique la méthode PLE afin de valider si celle-ci donne de bonnes estimations de la mortalité à long terme et ce, pour plusieurs maladies chroniques. Nous comparerons aussi la méthode PLE à deux autres

³ Pour des raisons d'usage courant dans la littérature, l'acronyme anglais de ce concept sera utilisé dans tout le reste du présent texte.

méthodes traditionnellement utilisées dans le domaine de l'assurance et de l'expertise médicale afin de prédire la mortalité et l'espérance de vie d'une personne, soit le RR constant et l'EDR constant. Nous serons donc capables d'évaluer quelle méthode pourrait répondre le mieux aux besoins des assureurs modernes.

Il est important de comprendre que les décisions des compagnies d'assurance se basent sur une tarification standard, qui reflète la mortalité d'une population d'assurés, où l'on peut enlever ou ajouter une certaine mortalité dépendamment de la condition de santé du client. Ce processus se nomme la sélection des risques ou tarification (*underwriting* en anglais). Une tarification standard est représentée par 100% de mortalité, soit un ratio de mortalité de 100. Une tarification préférentielle (pour les clients qui ont une meilleure santé) est représentée par un pourcentage plus bas que 100%. Une tarification avec une surcharge supplémentaire (pour les clients en moins bonne santé) est représentée par un pourcentage plus haut que 100%. L'assureur a aussi la possibilité de prendre d'autres types de décisions. Il peut décider de différer l'acceptation (lorsque, par exemple, des examens médicaux sont en attentes) ou de refuser un client (lorsque le taux de mortalité du client est trop élevé). Concernant les surcharges, aussi appelé « surprimes », celles-ci sont arrondies au 25% près. Par exemple, si la tarification totale donne 142%, le client se verra surprimé de 50% car son contrat sera arrondi à 150%. 25% de surmortalité est aussi appelé « une table ». Selon l'exemple précédent, ce client serait donc surprimé de deux tables ($25\% * 2 = 50\%$, un total de 150%). Il est important de comprendre ce processus et de savoir que si une décision pour un client est meilleure chez un certain assureur, il y a beaucoup plus de chances que le client choisisse cette meilleure offre car son contrat d'assurance lui coûtera moins cher. Ainsi, lorsque nous analyserons les différentes méthodes de calcul de la mortalité, il importe de garder en tête cette notion de « tables » ou de « 25% », car c'est ce qui peut faire la différence dans la décision finale que l'assureur offrira au client.

1. Méthodologie

Dans un premier temps, nous avons choisi différents types de maladies chroniques que nous voulions analyser afin de valider les méthodes d'estimation de la mortalité. Cela nous a permis de vérifier s'il existait des tendances différentes entre les méthodes d'estimation selon les conditions étudiées. Les maladies choisies étaient les suivantes :

- Cancers :
 - Leucémie myéloïde chronique
 - Cancer de la prostate
 - avec traitement par prostatectomie radicale
 - suivi seulement par observation
 - Cancer du sein
 - Lymphome de Hodgkin
- Maladies vasculaires :
 - Pontage(s) aortocoronariens à différents âges
 - Angioplastie coronarienne
 - Accident vasculaire cérébral à différents âges
 - Cardiomyopathie hypertrophique
- Apnée du sommeil
- Virus de l'immunodéficience humaine (VIH)

Certaines conditions ont été choisies car elles comptent pour une grande proportion des maladies que les tarificateurs des compagnies d'assurance-vie analysent chaque jour lors de la sélection des risques. C'est le cas du cancer de la prostate, du sein, de l'apnée du sommeil et de la maladie cardiovasculaire. D'autres conditions ont été choisies puisque de récentes avancées médicales ont drastiquement changé le pronostic de ces maladies, permettant aux patients atteints de ces maladies de vivre beaucoup plus longtemps qu'auparavant. C'est dans ce contexte que des maladies comme la leucémie myéloïde chronique, certains types de lymphomes et le VIH sont devenues des maladies que l'on pourrait maintenant catégoriser comme « chroniques ».

1.1 Sélection des articles

Une revue de la littérature a été conduite afin de sélectionner les articles les plus pertinents pour nos analyses. Nous avons choisi des études de qualité qui sont des standards dans la littérature. Nos critères étaient les suivants :

- l'article devait être assez récent afin que notre analyse soit basée sur des traitements et des suivis utilisant une médecine actuelle;
- il devrait y avoir un grand nombre de participants et de décès afin que les données soient statistiquement significatives;
- la durée du suivi devait comprendre plusieurs années (minimum 10 ans) afin d'avoir une bonne représentation de la mortalité à long terme de la condition médicale;
- l'article devait aussi nous donner des résultats qui étaient utilisables dans le calcul de la mortalité avec les différentes méthodologies que nous analysions.

1.2 Calcul de mortalité

Tel que mentionné, un des principaux calculs utilisés en médecine d'assurance est le ratio de mortalité (MR). Celui-ci est calculé à partir de la mortalité observée (q) et de la mortalité attendue (q') :

$$\check{q} = 1 - P^{1/\Delta t} \text{ et } \check{q}' = 1 - P'^{1/\Delta t}$$

où \check{q} est la mortalité observée (aussi appelée moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité observée),

\check{q}' est la mortalité attendue (aussi appelée moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité attendue),

P est la survie cumulative observée,

P' est la survie cumulative attendue,

Δ t est l'intervalle de temps du suivi (en année).

La mortalité observée est celle qui est tirée de l'article scientifique en lien avec la maladie étudiée. Elle peut être extraite à partir d'un graphique de survie cumulative (P) :

$$P + Q = 1$$

où **P** est la survie cumulative observée,

Q la mortalité cumulative observée.

La mortalité attendue est celle de la population de comparaison. Selon les critères d'admission des sujets dans l'étude, cette population de comparaison sera soit celle de la population générale, soit celle de la population d'assurance (pour explication, voir la section « choix de table de mortalité »). Lorsque la mortalité observée et attendue sont connues, il est possible de déterminer MR :

$$MR = (\check{q} / \check{q}') \times 100$$

où **MR** est le ratio de mortalité,

q̇ est la mortalité observée,

q̇' est la mortalité attendue.

C'est à partir de ce MR que nous pouvons calculer le RR qui sera utilisé pour la méthodologie du RR constant :

$$RR = MR / 100$$

où **RR** est le risque relatif,

MR est le ratio de mortalité.

La méthode de l'EDR constant est aussi déterminée à partir de la mortalité observée et attendue :

$$\mathbf{EDR = \check{q} - \check{q}'}$$

où **EDR** est l'excès de mortalité,

\check{q} est la mortalité observée,

\check{q}' la mortalité attendue.

Finalement, la méthode PLE peut être dérivée par les résultats d'EDR obtenus plus haut si l'on connaît l'espérance de vie de la population étudiée. Ainsi, PLE se définit comme :

$$\mathbf{LE(1) \times EDR(1) = LE(2) \times EDR(2)}$$

où **LE(1)** est l'espérance de vie au temps 1 (LE pour Life Expectancy, en anglais),

EDR(1) est l'excès de mortalité au temps 1,

LE(2) est l'espérance de vie au temps 2,

EDR(2) est l'excès de mortalité au temps 2.

Nous verrons dans la section *1.5 Étapes de la méthodologie* comment nous utiliserons concrètement ces équations dans nos analyses.

1.3 Choix de table de mortalité

Une autre étape cruciale lors du calcul de mortalité est le choix de la table de mortalité de comparaison. Cette table doit représenter le mieux possible la population étudiée. Tel que déjà mentionné, la table sera soit celle de la population générale, soit celle de la population d'assurance. Afin de déterminer laquelle sera la plus adéquate, il est nécessaire d'analyser le devis de l'étude. Ainsi, une méthodologie comprenant plusieurs critères d'exclusions en lien avec d'autres comorbidités ou d'autres facteurs internes ou externes fera en sorte qu'il sera plus approprié d'utiliser la table de mortalité de la population d'assuré plutôt que celle de la population générale

En effet, cette « sélection » s'apparente à celle faite lors de la sélection des risques en assurance-vie. Dans une telle situation, il est préférable de comparer cette population « sélectionnée » au début de l'étude à celle de la population d'assurance [7]. Au contraire, si les auteurs de l'étude n'ont exclu qu'un minimum de variables (e.g. un patient atteint d'une maladie mortelle à court terme), il convient alors d'utiliser la table de mortalité de la population générale à des fins de comparaison.

Comme l'espérance de vie s'améliore généralement d'une année à l'autre, les taux de mortalité ne sont donc pas identiques si l'on compare, par exemple, ceux de 2005 avec ceux de 2015. Ainsi, il est donc aussi important d'utiliser une table de mortalité qui correspond aux années lors desquelles s'est déroulée l'étude analysée.

Dans les tables de mortalité, il existe évidemment une mortalité pour les hommes et une pour les femmes. Dans les articles analysés, nous connaissons habituellement la proportion d'hommes et de femmes. Lors du choix de la table de comparaison, nous utilisons évidemment la même proportion que celle de l'article analysé.

Finalement, nous utilisons la table de mortalité du pays d'où l'étude a été conduite. Si l'étude a été réalisée dans plusieurs centres à travers différents pays, un calcul au prorata de la provenance des individus observés sera appliqué sur le calcul des tables de mortalité de chacun des pays.

L'espérance de vie varie énormément d'un pays à l'autre [2]. Une question pertinente à se poser serait de savoir s'il est convenable d'utiliser les résultats d'une étude menée, par exemple, en Europe et d'appliquer ces résultats à une population nord-américaine. Ce questionnement a déjà été étudié, et, bien que la mortalité d'une condition médicale varie énormément d'un pays à l'autre, cette différence disparaît lorsque celle-ci est rapportée en fonction de la population de référence [8]. C'est exactement ce principe que nous utilisons en sélection des risques avec le ratio de mortalité.

1.4 Âge

L'âge est une variable très importante lorsque l'on compare les résultats de mortalité avec une population de comparaison. Lorsque le groupe étudié possède un grand écart d'âge entre les individus (i.e. déviation standard plus grande que 10 ans), il a été démontré que l'utilisation de l'âge moyen sous-estime la mortalité attendue (q'). Selon les équations présentées plus haut, plus q' est bas, plus le MR ou l'EDR sera élevé, ce qui fera en sorte de sous-estimer aussi LE et la survie à long terme. Afin de remédier à cette problématique, diverses recommandations sont possibles [9, 10]. Chacune de ces méthodes possède des avantages et inconvénients. Dans notre étude, nous avons décidé d'utiliser ces principes :

- si l'âge du groupe étudié était donné selon la médiane, nous utilisons directement cet âge;
- si l'âge du groupe étudié était donné selon la moyenne et que la déviation standard était égale ou inférieure à 10, nous utilisons directement cet âge;
- si l'âge du groupe étudié était donné selon la moyenne et que la déviation standard était supérieure à 10 ou n'était pas indiquée, nous ajoutons 3 ans à l'âge indiqué.

Si une décimale était donnée à l'âge, nous arrondissons.

1.5 Étapes de la méthodologie

Voici donc les étapes détaillées qui nous ont permis d'arriver aux résultats avec les différentes méthodes analysées :

- 1) Tout d'abord, nous avons fait une recherche d'articles de qualité dans la littérature scientifique telle que décrite antérieurement. Cette recherche est basée sur les standards que doit contenir un article de suivi médical [11].
- 2) Nous avons extrait la mortalité ou la survie observée (dépendamment sous quelle forme elle était présentée dans l'article) associée à la condition étudiée. Lorsque nous n'avions qu'un graphique de survie cumulative sans les données écrites, nous devions procéder par la méthode d'analyse « pixel » afin d'y extraire les informations dont nous avons besoin [12].
- 3) Nous avons ensuite déterminé la table de mortalité de comparaison. Si nous devions utiliser la population générale comme population de comparaison, nous utilisons les tables de mortalité du site Human Mortality Database [13]. Si nous devions utiliser une table d'une population d'assurée, nous recherchons sur les sites comme l'ICA (Institut canadien des actuaires) [14] ou SOA (Society of Actuaries) [15] la table de mortalité aux années qui se rapproche le plus des années de l'étude.
- 4) Nous avons ainsi pu créer les tables de survie cumulative (attendue) de la population de comparaison.
- 5) Nous avons aussi créé une table de survie cumulative (observée) avec les données trouvées au point 2. Avec les données de survie de la condition étudiée et des données de survie de la population de comparaison, nous avons calculé les MR et les EDR à chaque année de suivi. Pour ce faire, nous avons utilisé les équations présentées plus haut et

avons appliqué l'analyse de mortalité selon la méthodologie standard et déjà validée en médecine d'assurance [7, 16].

- 6) Après avoir trouvé le MR à l'année médiane du suivi au point 5, nous pouvions créer un tableau de survie cumulative en multipliant le RR (calculé en fonction du MR) à la table de mortalité de la population de comparaison. Dans ce nouveau tableau, nous utilisons la survie cumulative à l'âge de la population de l'étude afin de comparer les résultats entre eux. Ces résultats seront ceux de la méthode « RR constant ».
- 7) L'EDR à l'année médiane du suivi a aussi été calculé à partir des résultats au point 5. Ainsi, nous avons pu créer un autre tableau de survie cumulative en additionnant l'EDR à la table de mortalité de la population de comparaison. Dans ce nouveau tableau, nous utilisons la survie cumulative à l'âge de la population de l'étude afin de comparer les résultats entre eux. Ces résultats seront ceux de la méthode « EDR constant ».
- 8) Utilisant les taux de mortalité de la population de comparaison déterminés au point 3, nous avons construit une table de mortalité standard. Cela nous a permis de déterminer l'espérance de vie de cette population. Ensuite, avec les valeurs d'espérance de vie à chaque âge et un EDR (calculé à l'étape 5) à un âge spécifique, nous avons utilisé l'équation et la méthodologie PLE afin de trouver tous les autres EDR aux différents âges [17].
- 9) Avec ces nouveaux EDR obtenus pour chaque âge, nous avons fait une nouvelle table de survie cumulative. Dans ce nouveau tableau, nous utilisons la survie cumulative à l'âge de la population de l'étude afin de comparer les résultats entre eux. Ce seront les résultats de la méthode « PLE ».
- 10) Finalement, nous avons fait un résumé et comparé les résultats des différentes méthodes d'analyse de mortalité (PLE, EDR constant et RR constant) dans un tableau afin de déterminer laquelle prédit la meilleure estimation de la mortalité à long terme.

2. Cancers

2.1 Leucémie myéloïde chronique

La leucémie myéloïde chronique (LMC) est l'un des quatre principaux types de leucémie, un cancer du sang et de la moelle osseuse. La LMC était une maladie dévastatrice avant la découverte du traitement par inhibiteur de tyrosine kinase (TKI) en 2001. L'espérance de vie étant grandement améliorée depuis l'introduction de cette nouvelle classe de médicaments, ce cancer est passé d'une maladie mortelle à une maladie chronique [18, 19]. Ainsi, nous avons décidé de débiter notre étude avec cette maladie compte tenu du fait que c'est une condition qui est à ce jour non assurable pour la plupart des assureurs. Cette décision était probablement la bonne avant la venue des nouveaux traitements pour ce cancer, mais elle peut être désuète à présent.

L'article sélectionné pour notre étude est un suivi sur plus de 13 ans, entre 2002 et 2016, de 1536 patients, totalisant 275 décès [20]. La phase chronique de la LMC a été étudiée. La Figure 2 représente la courbe de survie observée de cette condition et nous avons utilisé ces données dans notre analyse. Nous avons comparé la survie de la cohorte à celle du pays principal de l'investigation, soit l'Allemagne, et aux années qui s'y rapprochent le plus, soit 2000-2009. Nous avons pris soin d'avoir les mêmes proportions entre hommes et femmes et avons déterminé le MR et l'EDR à l'âge médian (53 ans) et à la moitié du suivi (7 ans) (Tableau 1). Le RR et l'EDR correspondant sont 2,88 et 0,0121, respectivement. Utilisant ces résultats, nous avons appliqué la méthodologie décrite afin de construire un tableau de survie selon les différentes méthodes d'estimation de la mortalité. Ce tableau nous permet de bien comparer la survie réelle de la maladie avec celle estimée par les différentes méthodes, soient RR constant, EDR constant et PLE (Tableau 2).

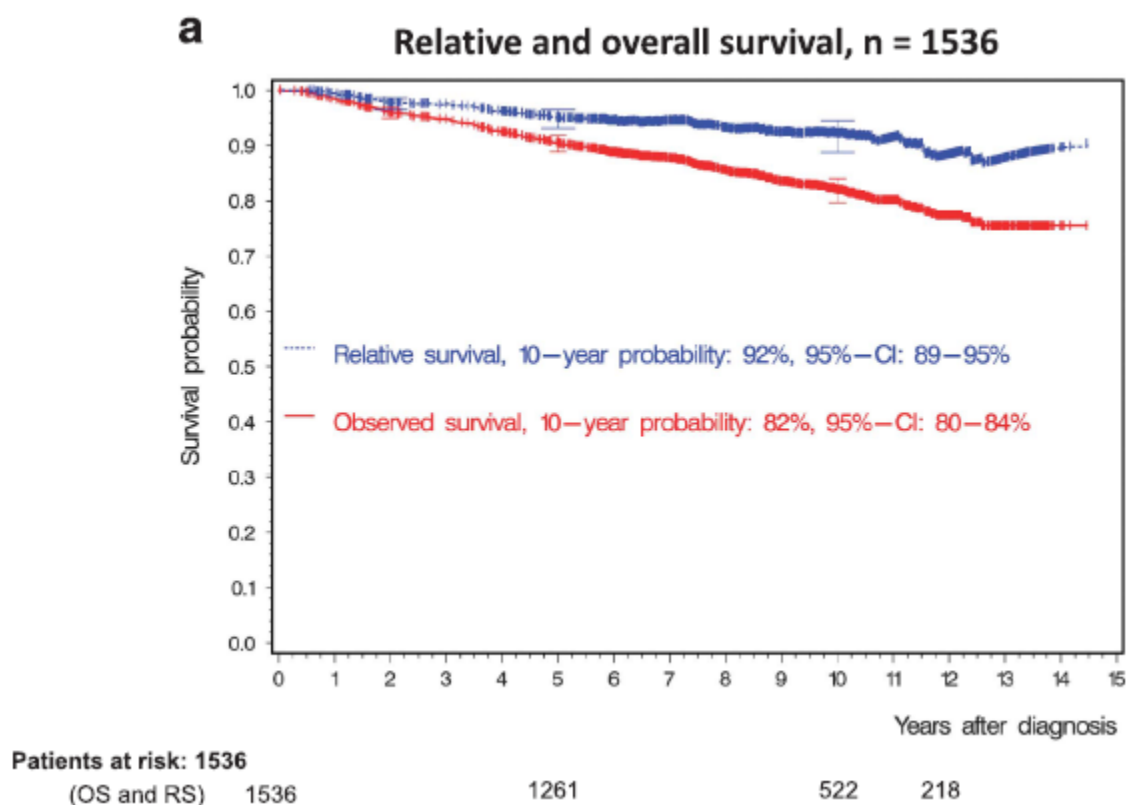


Figure 2. — Leucémie myéloïde chronique : survie cumulative traitée avec TKI. Nous utilisons la courbe *Observed survival* qui correspond à la survie cumulative observée.

Calcul du RR et EDR à la 7^e année de suivi

P'	0,9556
q'	0,0065
P	0,8768
q	0,0186
RR	2,88
EDR	0,0121

P' = survie cumulative (attendue) ; q' = mortalité attendue

P = survie cumulative (observée) ; q = mortalité observée

RR = risque relatif; EDR = excès de mortalité

Tableau 1. — Leucémie myéloïde chronique : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à 7 ans de suivi.

Suivie (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (Table de survie, Allemagne, 2000-2009)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant : 2.88)	P3 (EDR Constant: 0.0121)	P4 (PLE)
0	59	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	60	0,9950	0,9819	0,9857	0,9829	0,9855
2	61	0,9896	0,9583	0,9703	0,9656	0,9704
3	62	0,9838	0,9457	0,9539	0,9482	0,9548
4	63	0,9776	0,9257	0,9365	0,9307	0,9387
5	64	0,9708	0,9022	0,9179	0,9130	0,9220
6	65	0,9635	0,8877	0,8979	0,8950	0,9046
7	66	0,9556	0,8768	0,8768	0,8768	0,8867
8	67	0,9471	0,8569	0,8542	0,8583	0,8680
9	68	0,9379	0,8351	0,8305	0,8396	0,8486
10	69	0,9280	0,8225	0,8053	0,8206	0,8286
11	70	0,9175	0,8007	0,7790	0,8013	0,8078
12	71	0,9062	0,7736	0,7515	0,7817	0,7864
13	72	0,8940	0,7518	0,7222	0,7617	0,7641

Tableau 2. – Leucémie myéloïde chronique : survie cumulative selon la population générale de l'Allemagne(P'), selon l'étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

La différence entre la valeur réelle (celle de l'étude) et les méthodes d'estimation de la survie à 13 ans de suivi sont de -2,96%, 0,99% et 1,23% pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. Si nous recalculons le MR à 13 ans de suivi selon les résultats que nous avons obtenus et que nous calculons la différence entre le MR obtenu par les différentes méthodes d'estimation et le MR réel (de l'étude), nous obtenons une différence de 35, -11 et 14 pour RR constant, EDR constant et PLE (Tableau 3).

Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (13 ans)					
	Table de survie, Allemagne	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,8940	0,7518	0,7222	0,7617	0,7641
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			-2,96%	0,99%	1,23%
Ratio de mortalité		253	288	241	239
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			35	-11	-14

Tableau 3. – Leucémie myéloïde chronique : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (13 ans) et l'écart entre la vraie valeur (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.

Selon les résultats du Tableau 3 et de la méthode RR constant, il y a un écart de plus d'une table (i.e. 25%) avec la valeur de l'étude. Tel que déjà mentionné en introduction, une table de différence sur une décision de tarification peut faire la différence entre le fait d'émettre un contrat pour un client ou perdre celui-ci aux dépens de la concurrence. Ainsi, nous voyons déjà qu'il est important d'évaluer adéquatement ces méthodes car cela peut faire une différence pour le client et l'assureur. Bien que ce ne soit pas le but de ce mémoire, il est aussi intéressant de noter que selon les résultats des ratios de mortalité, la LMC serait finalement une condition potentiellement assurable du point de vue de l'assureur.

2.2 Cancer de la prostate

Le cancer de la prostate représente 20% des cancers diagnostiqués chez l'homme et 10% des décès par cancer en 2020 au Canada [21]. Le sujet du dépistage précoce du cancer de la prostate est controversé et les lignes directrices diffèrent d'une association à l'autre à travers le monde [22, 23]. De plus en plus d'études analysent donc la mortalité associée à un certain type de traitement (e.g. prostatectomie radicale ou partielle, radiothérapie, chimiothérapie, curiethérapie, hormonothérapie, etc.) comparé à l'observation (i.e. surveillance active) du cancer de la prostate. Évidemment, le traitement est choisi en fonction du type et du stade du cancer. Pour les stades les moins avancés, la prostatectomie et la surveillance active sont les options les plus souvent utilisées. Comme une grande partie des hommes diagnostiqués avec ce cancer vivront encore plusieurs années, nous avons décidé d'inclure ce cancer dans les maladies chroniques que nous étudierons. Ainsi, l'étude choisie décrit la survie à long terme du cancer de la prostate traité soit par prostatectomie radicale, soit par la surveillance active seulement.

Parue en 2017, l'étude retenue a évalué 731 hommes avec un diagnostic de cancer de la prostate localisé de tout grade (stage T1-T2NxM0 de la classification de l'American Joint Committee on Cancer). Le suivi s'est effectué sur un minimum de 12 ans et un maximum de 19,5 ans, entre 1994 et 2014, cumulant 223 décès chez le groupe qui a eu comme traitement la prostatectomie et 245 décès chez le groupe en observation [24]. L'étude ayant eu lieu aux États-Unis, nous avons utilisé la table de survie de ce pays aux années 2000-2009 pour notre population de comparaison (mortalité attendue). Nous avons déterminé le RR et l'EDR à 70 ans (l'âge moyen étant 67 ans sans aucune déviation standard donnée) et à la moitié du suivi (9 ans de suivi, donc à l'âge atteint de 79 ans). La Figure 3 représente la courbe de survie provenant de l'article sélectionné utilisé afin de calculer la mortalité observée.

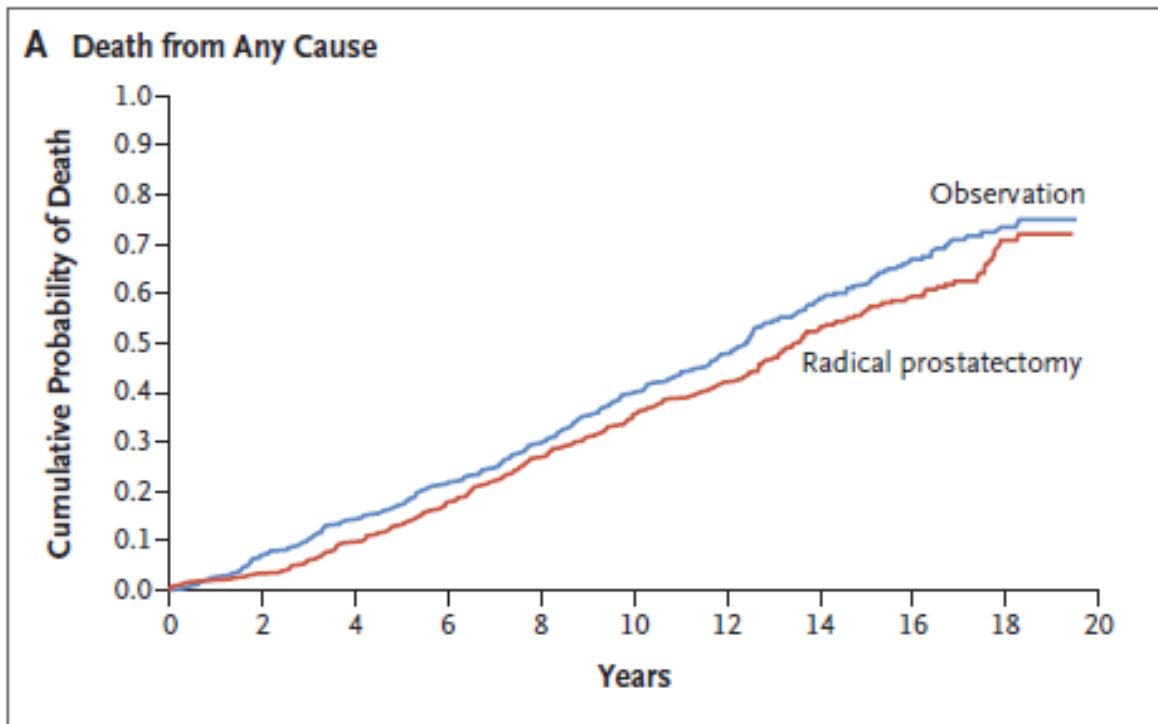


Figure 3. – Cancer de la prostate : mortalité cumulative de toutes causes par rapport aux deux différentes approches (observation et prostatectomie radicale) en fonction de la durée du suivi. Figure reproduite avec la permission de Follow-up of Prostatectomy versus Observation for Early Prostate Cancer, Copyright Massachusetts Medical Society.

Les résultats de RR et EDR à 9 ans de suivi nous ont donné 1,04 et 0,0016 pour la prostatectomie radicale et 1,21 et 0,0082 pour l'observation (Tableau 4).

Calcul du RR et EDR à la 9 ^e année de suivi			
P'		0,6986	
q̃'		0,0391	
Prostatectomie radicale		Observation	
P	0,6883	P	0,6465
q̃	0,0407	q̃	0,0473
RR	1,04	RR	1,21
EDR	0,0016	EDR	0,0082
P' = survie cumulative (attendue) ; q̃' = mortalité attendue			
P = survie cumulative (observée) ; q̃ = mortalité observée			
RR = risque relatif; EDR = excès de mortalité			

Tableau 4. – Cancer de la prostate : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à 8 ans de suivi.

Avec le résultat du RR et de l'EDR, nous avons calculé la survie cumulative avec les différentes méthodes d'estimation. Les Tableaux 5 et 7 montrent les valeurs de survie à partir de la 9^e année de suivi selon les différentes interventions. Finalement, à la dernière année de suivi, nous avons déterminé l'écart des résultats entre la valeur réelle de l'étude et les méthodes d'estimation pour chacun des suivis (prostatectomie radicale et observation) (Tableau 6 et 8).

Pour la prostatectomie radicale, les résultats sont -4,52%, -3,88% et -3,93% pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. Si nous représentons cet écart en MR, cela donne une différence de 12, 10 et 11 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement (Tableau 6).

Pour l'observation, les résultats sont respectivement -6,70%, -3,92% et -4,25% pour RR constant, EDR constant et PLE. Si nous représentons cet écart en MR, cela donne une différence de 21, 12 et 13 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement (Tableau 8).

Cancer de la prostate, prostatectomie radicale						
Suivie (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (USA LT 2000- 2009)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant 1,04)	P3 (EDR Constat 0,0016)	P4(PLE)
9	76	0,6986	0,6883	0,6883	0,6883	0,6908
10	77	0,6569	0,6450	0,6455	0,6461	0,6485
11	78	0,6132	0,6104	0,6009	0,6021	0,6043
12	79	0,5684	0,5786	0,5552	0,5572	0,5590
13	80	0,5225	0,5296	0,5085	0,5113	0,5128
14	81	0,4759	0,4704	0,4614	0,4649	0,4661
15	82	0,4290	0,4329	0,4141	0,4184	0,4192
16	83	0,3822	0,4040	0,3671	0,3721	0,3725
17	84	0,3357	0,3752	0,3206	0,3262	0,3263
18	85	0,2907	0,2915	0,2759	0,2820	0,2818
19	86	0,2476	0,2785	0,2333	0,2397	0,2392

Tableau 5. – Cancer de la prostate (prostatectomie radicale) : survie cumulative selon la population générale des États-Unis (P'), selon l'étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

Cancer de la prostate, prostatectomie radicale					
Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (19 ans)					
	Table de survie, USA	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,2476	0,2785	0,2333	0,2397	0,2392
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			-4,52%	-3,88%	-3,93%
Ratio de mortalité		92	104	102	102
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			12	10	11

Tableau 6. – Cancer de la prostate (prostatectomie radicale) : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (19 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.

Cancer de la prostate, observation						
Suivie (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (USA LT 2000-2009)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant 1,21)	P3 (EDR Constat 0,0082)	P4 (PLE)
9	76	0,6986	0,6465	0,6464	0,6465	0,6586
10	77	0,6569	0,6003	0,5996	0,6025	0,6139
11	78	0,6132	0,5599	0,5514	0,5575	0,5677
12	79	0,5684	0,5209	0,5026	0,5122	0,5209
13	80	0,5225	0,4545	0,4534	0,4666	0,4736
14	81	0,4759	0,4098	0,4045	0,4212	0,4264
15	82	0,4290	0,3795	0,3562	0,3762	0,3795
16	83	0,3822	0,3304	0,3091	0,3320	0,3335
17	84	0,3357	0,2900	0,2636	0,2889	0,2885
18	85	0,2907	0,2655	0,2208	0,2478	0,2458
19	86	0,2476	0,2482	0,1812	0,2090	0,2057

Tableau 7. – Cancer de la prostate (observation) : survie cumulative selon la population générale des États-Unis (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

Cancer de la prostate, observation					
Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (19 ans)					
	Table de survie, USA	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,2476	0,2482	0,1812	0,2090	0,2057
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			-6,70%	-3,92%	-4,25%
Ratio de mortalité		100	121	112	113
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			21	12	13

Tableau 8. – Cancer de la prostate (observation) : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (19 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.

En rassemblant les résultats des deux cohortes et des différentes méthodes, nous avons calculé la moyenne absolue de l'écart entre les résultats des différentes méthodes à la dernière année de suivi (Tableau 9).

Moyenne absolue de l'écart entre les différentes méthodes d'estimation à la dernière année de suivi (19 ans)				
		RR Constant	EDR Constant	PLE
Moyenne absolue des résultats selon les deux cohortes	Survie	5,61%	3,90%	4,09%
	MR	17	11	12

Tableau 9. – Cancer de la prostate : moyenne absolue de l'écart entre les différentes méthodes d'estimation et la dernière année de suivi des 2 cohortes.

Tout comme nous l'avons constaté dans l'étude de la LMC, la méthode EDR et PLE donnent les résultats qui se rapprochent le plus de la réalité (c'est-à-dire, les résultats de l'étude), bien que cette différence ne soit pas énorme avec l'étude du cancer de la prostate (moyenne absolue de

l'écart du MR à la dernière année de 17, 11 et 12 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement). Nous pouvons quand même garder en tête que si nous arrondissons ces résultats à « une table près » ou à « 25% près », tel que nous le ferions normalement lors du processus de sélection des risques, EDR constant et PLE donneraient un taux standard alors que RR constant donnerait une surprime avec une surmortalité additionnelle de 25% au client. Encore une fois, la décision finale pourrait donc être différente en fonction de la méthode choisie.

2.3 Cancer du sein

Le cancer du sein représente environ 25% des diagnostics de cancer chez la femme au Canada et représenteront 13% des décès attribués aux cancers en 2020 [25]. Le carcinome canalaire infiltrant (ou invasif) est le plus commun des types de cancer du sein puisqu'il est diagnostiqué dans environ 80% des cas [26]. Il est donc le type de cancer le plus diagnostiqué au Canada (excluant les cancers de la peau autre que le mélanome) et nous avons choisi de considérer ce cancer dans notre analyse en raison de sa prévalence importante.

L'article choisi analyse la survie de plus de 711,000 femmes diagnostiquées d'un carcinome canalaire infiltrant sur un suivi allant jusqu'à 24 ans [27]. Les données ont été tirées du programme SEER (Surveillance, Epidemiology and End Results Program) entre 1990 et 2013. À des fins de comparaison de la mortalité, nous avons utilisé la table de la population générale des femmes des États-Unis de 2000-2009. Comme l'article ne donnait pas d'âge moyen ou médian de la cohorte, nous avons utilisé l'âge médian au diagnostic du cancer du sein aux années 2010-2014 selon la Société Américaine du Cancer, soit 62 ans [28]. Le Figure 4 représente la survie cumulative du carcinome canalaire infiltrant (courbe en noir) provenant de l'article sélectionné.

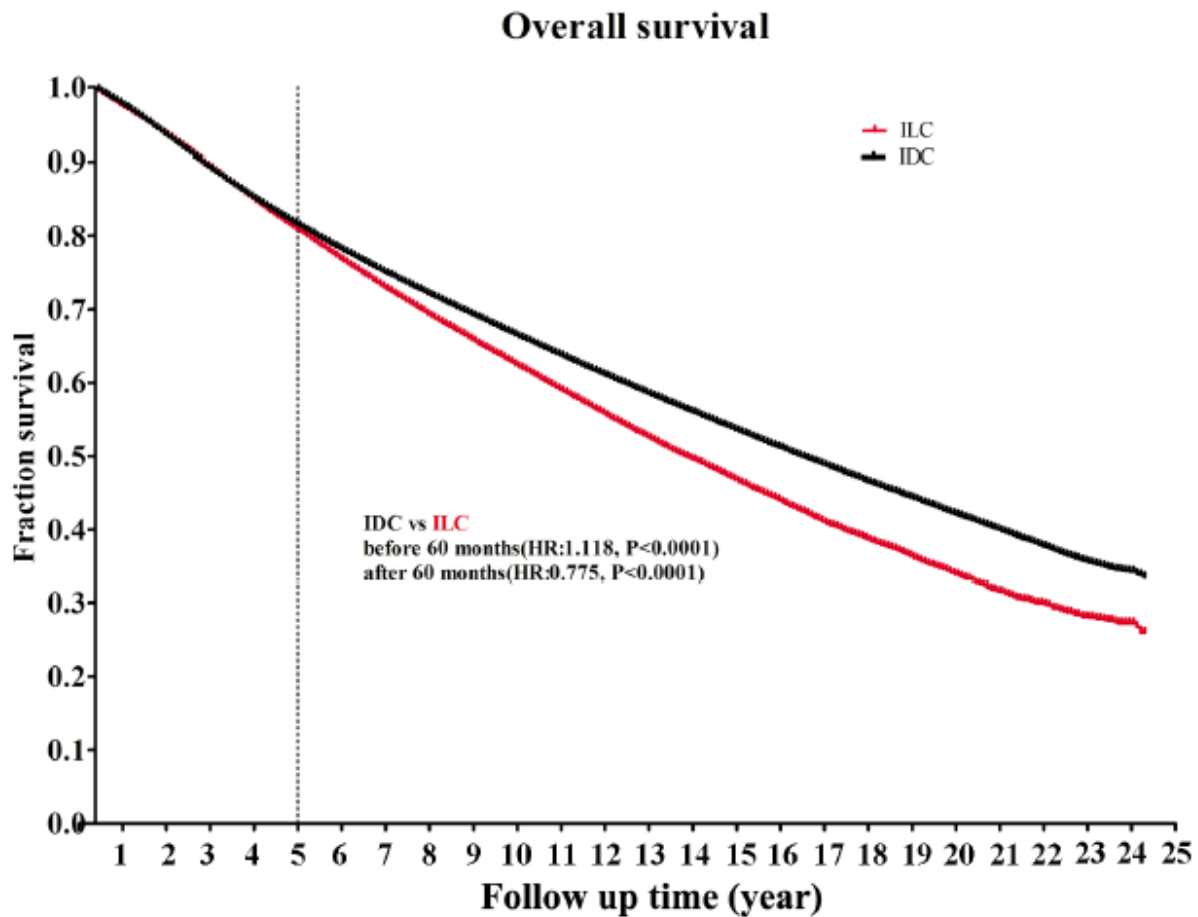


Figure 4. – Survie cumulative de toutes causes du carcinome canalaire infiltrant (*Infiltrating Ductal Carcinoma*, ou IDC, en noir) et du carcinome lobulaire infiltrant (*Infiltrating Lobular Carcinoma*, ou ILC, en rouge)

Nous avons déterminé le RR et l'EDR à 12 ans de suivi, soit 2,68 et 0,0250 pour RR et EDR, respectivement (Tableau 10).

Calcul de RR et EDR à la 12 ^e année de suivi	
P'	0,8356
q'	0,0149
P	0,6142
q	0,0398
RR	2,68
EDR	0,0250
P' = survie cumulative (attendue) ; q' = mortalité attendue	
P = survie cumulative (observée) ; q = mortalité observée	
RR = risque relatif; EDR = excès de mortalité	

Tableau 10. – Carcinome canalaire infiltrant : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à 12 ans de suivi.

Connaissant le résultat du RR et de l'EDR, nous avons calculé la survie cumulative avec les différentes méthodes d'estimation. Le Tableau 11 montre les valeurs de survie à partir de la 12^e année de suivi.

Suivie (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (Table de survie, USA, 2000-2009)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant : 2.68)	P3 (EDR Constant: 0.0250)	P4 (PLE)
12	74	0,8356	0,6142	0,6138	0,6142	0,6636
13	75	0,8142	0,5858	0,5716	0,5831	0,6301
14	76	0,7912	0,5646	0,5284	0,5521	0,5957
15	77	0,7668	0,5381	0,4846	0,5212	0,5608
16	78	0,7406	0,5150	0,4403	0,4905	0,5252
17	79	0,7128	0,4903	0,3960	0,4598	0,4891
18	80	0,6832	0,4673	0,3519	0,4292	0,4526
19	81	0,6514	0,4460	0,3080	0,3985	0,4156
20	82	0,6178	0,4230	0,2655	0,3680	0,3787
21	83	0,5821	0,4018	0,2244	0,3376	0,3417
22	84	0,5447	0,3823	0,1857	0,3075	0,3051
23	85	0,5055	0,3611	0,1499	0,2777	0,2691
24	86	0,4647	0,3469	0,1175	0,2483	0,2342

Tableau 11. – Carcinome canalaire infiltrant : survie cumulative selon la population générale des États-Unis (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

À la dernière année de suivi, nous avons déterminé l'écart des résultats entre la valeur réelle de l'étude et les méthodes d'estimation. Cela nous donne -22,94%, -9,86% et -11,27% pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. Si nous représentons cet écart en MR, cela donne une différence de 131, 41 et 50 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement (Tableau 12).

Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (24 ans)					
	Table de survie, USA	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,4647	0,3469	0,1175	0,2483	0,2342
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			-22,94%	-9,86%	-11,27%
Ratio de mortalité		137	268	179	187
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			131	41	50

Tableau 12. – Carcinome canalaire infiltrant : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (24 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.

Bien que l'écart représenté en pourcentage de la survie cumulative à la dernière année semble relativement élevé, cela représente une différence un peu moins élevée lorsque rapportée en MR. Cependant, contrairement aux analyses précédentes des deux cancers, nous constatons une différence marquée entre les méthodes. En effet, RR constant donne une estimation du MR à la dernière année qui représente près du double de la mortalité réelle provenant de l'article. Bien que EDR constant et PLE donnent aussi une surestimation de mortalité, cette surestimation est beaucoup moins élevée que pour RR constant, se rapprochant ainsi un peu plus de la réalité. Il se pourrait donc que la durée du suivi ait un impact important sur la validité des différentes méthodes d'estimation.

Nous croyons qu'il est judicieux de mentionner l'importance de représenter la différence de mortalité selon les deux façons ici exposées, soit en pourcentage du suivi et en ratio de mortalité. En effet, l'exemple du cancer du sein nous montre qu'il n'est pas nécessairement intuitif d'évaluer un résultat avec l'autre. La différence de pourcentage dans l'écart de la survie cumulative peut être élevée sans que cela se traduise par un MR élevé. De plus, les deux façons de représenter la mortalité (ou la survie) servent dans différents domaines différents de l'expertise médicale. Des

conclusions distinctes selon l'écart du MR et du pourcentage de survie seront discuté dans la discussion à la fin de ce mémoire.

2.4 Lymphome de Hodgkin

Le lymphome de Hodgkin (LH) est un type de cancer du sang et de la moelle osseuse. Le LH se développe dans le système lymphatique et sera diagnostiqué à environ 1000 Canadiens en 2020 [29]. C'est l'une des formes de cancer dont le traitement a eu le plus de succès dans les dernières années et c'est pour cela que nous sommes intéressés à évaluer ce cancer [30]. Environ 95% des LH sont catégorisés par le sous-type « classique » et sont ensuite classés par stade afin d'élaborer les traitements adéquats. Puisque ce sous-type a la plus grande prévalence, nous étudierons le LH classique chez des patients qui n'ont pas eu de récurrence. Nous avons choisi ceux qui n'ont pas eu de récurrence car ce sont ces patients qui, du point de vue de l'assureur, sont possiblement assurables.

L'article sélectionné [31] analyse la survie sur plus de 20 ans de 4,794 patients avec un diagnostic de LH classique sans récurrence après traitement (chimiothérapie et/ou radiothérapie). La survie comprend tous les stades de ce cancer (Figure 5). Il y avait un délai de cinq ans au début de l'étude afin de catégoriser les groupes de l'étude (récurrence à court terme, récurrence à long terme, sans récurrence). Tel que déjà mentionné, nous avons étudié la cohorte sans récurrence. L'âge médian était de 33 ans avec des proportions de 47% de femmes et 53% d'hommes. Comme l'étude a été réalisée en Allemagne entre 1993 et 2015, notre population de comparaison a été la table de la population générale d'Allemagne de 2000-2009. Nous avons déterminé le MR et l'EDR à la moitié du suivi en excluant les cinq premières années. Le suivi du calcul de la survie cumulative étant donc sur 15 ans, nous avons déterminé le MR et l'EDR à 13 ans (13 ans étant la moitié de la période de survie cumulative, soit huit ans additionnés au délai de cinq ans en début d'étude) (Tableau 13). Nous avons obtenu un résultat de 6,14 pour RR et 0,0080 pour EDR.

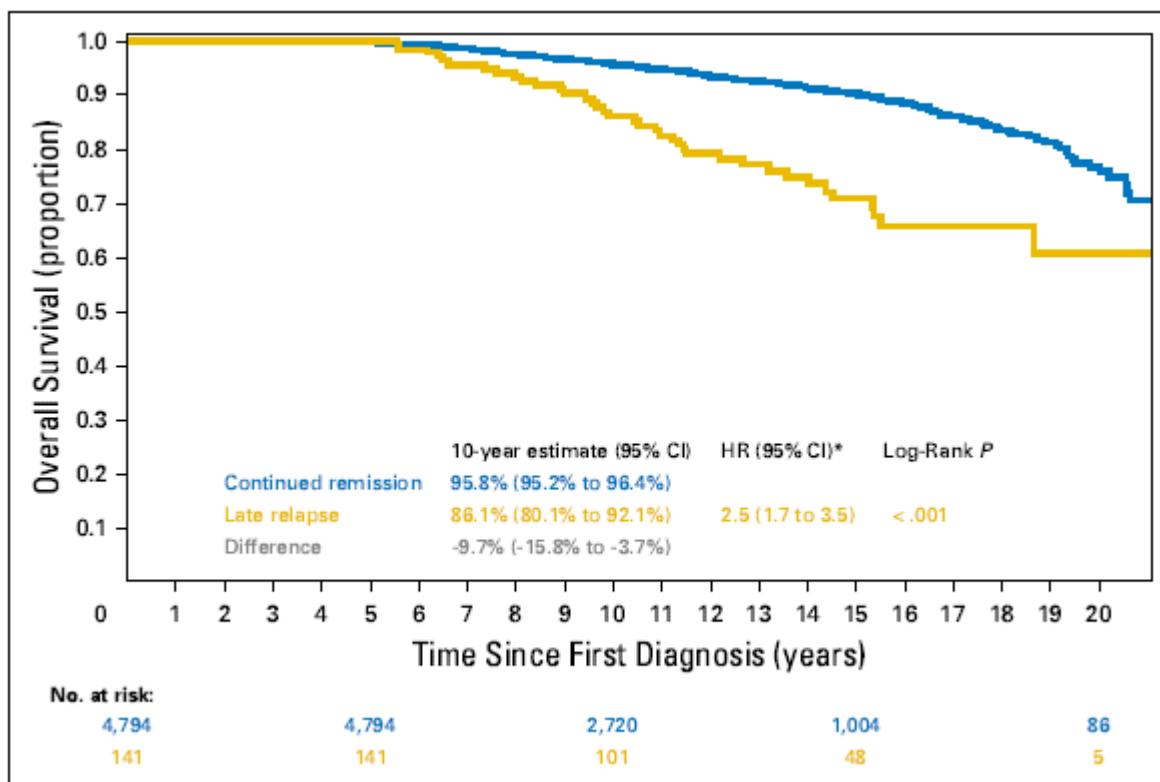


Figure 5. – Survie cumulative des patients atteints du Lymphome de Hodgkin classique qui n'ont pas eu de récidence (courbe en bleu).

Calcul de RR et EDR à la 8 ^e année de suivi	
P'	0,9876
q'	0,0016
P	0,9261
q	0,0095
RR	6,14
EDR	0,0080
P' = survie cumulative (attendue) ; q' = mortalité attendue	
P = survie cumulative (observée) ; q = mortalité observée	
RR = risque relatif; EDR = excès de mortalité	

Tableau 13. – Lymphome de Hodgkin : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR après 5 ans de délai et 8 ans de suivi (année 13).

Avec le résultat du RR et de l'EDR calculé à la 13^e année (8 ans de suivi additionnés à 5 ans de délai), nous avons calculé la survie cumulative avec les différentes méthodes d'estimation jusqu'à 15 ans de suivi (Tableau 14).

Suivie (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (Table de survie, Allemagne, 2000- 2009)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant : 6,14)	P3 (EDR Constant: 0.0080)	P4 (PLE)
8	46	0,9876	0,9261	0,9261	0,9261	0,9325
9	47	0,9852	0,9148	0,9119	0,9164	0,9228
10	48	0,9824	0,9034	0,8964	0,9066	0,9126
11	49	0,9795	0,8864	0,8796	0,8966	0,9022
12	50	0,9762	0,8580	0,8614	0,8864	0,8913
13	51	0,9726	0,8324	0,8420	0,8760	0,8800
14	52	0,9687	0,8097	0,8213	0,8655	0,8684
15	53	0,9644	0,7614	0,7991	0,8548	0,8563

Tableau 14. – Lymphome de Hodgkin : survie cumulative selon la population générale d'Allemagne (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

Finalement, nous avons analysé les résultats à la dernière année de suivi. Nous avons calculé la différence entre les méthodes d'estimation étudiées et la valeur réelle, soit celle de l'étude, et avons aussi recalculé le MR à la fin du suivi et analysé la différence avec la valeur réelle. La survie cumulative calculée à la fin du suivi est de 0,7991, 0,8548 et 0,8563 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. Comparé au résultat de l'étude de 0,7614 cela donne une différence de 3,78%, 9,34% et 9,50% pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. Finalement, ramené en MR, la différence des résultats à la dernière année donne -133, -316 et -321 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement (Tableau 15).

Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (15 ans)					
	Table de survie, Allemagne	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,9644	0,7614	0,7991	0,8548	0,8563
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			3,78%	9,34%	9,50%
Ratio de mortalité		747	614	431	426
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			-133	-316	-321

Tableau 15. – Lymphome de Hodgkin : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (15 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.

En regardant les résultats année après année, on constate que les méthodes d'estimation évaluent adéquatement la survie au début du suivi mais que la mortalité cumulative du LH s'accélère beaucoup plus rapidement vers la fin, faisant en sorte que toutes les méthodes donnent un résultat final loin de la réalité. Tel qu'observé et discuté ci-dessus, RR constant surestime la plupart du temps la mortalité ce qui se conclut ici par une meilleure estimation en fin de suivi puisque cette mortalité s'est effectivement accélérée. Il est possible que cette tendance dans la courbe de mortalité soit liée au fait que tous les stades du LH classique se retrouvent dans la même courbe. En effet, les stades plus avancés pourraient avoir un impact significatif sur la courbe en amenant une progression plus rapide de la mortalité, surtout en fin de suivi. À la fin du mémoire, nous ferons une analyse plus détaillée comprenant, entre autres, une moyenne des estimations sur plusieurs années de suivi (et non pas seulement la dernière année du suivi comme exposé ici), afin de mieux évaluer la capacité d'estimation de chaque méthode.

3. Les Maladies Vasculaires

Les maladies cardiovasculaires représentent plus de 20% des décès et sont la deuxième cause de mortalité au Canada [32]. Bien que les taux de mortalité semblent avoir diminué dans les dernières décennies, la prévalence reste relativement stable avec 8% des Canadiens de 20 ans et plus qui en sont atteints [33]. Considérant un vieillissement toujours croissant de la population, il est prévu que cette statistique augmente. Ainsi, les maladies cardiovasculaires risquent d'avoir un impact encore plus grand sur nos systèmes de santé dans un avenir plus ou moins rapproché [34]. Les maladies coronariennes athérosclérotiques (MCAS) sont un sous ensemble de la maladie cardiaque qui affectent les artères du cœur. Plusieurs facteurs de risque ont été identifiés et contribuent à faire évoluer la maladie de façon précoce. On parle d'une mauvaise hygiène de vie, d'embonpoint, d'hypertension artérielle et de diabète, pour n'en nommer que quelques-uns.

C'est en partie grâce à l'amélioration de la prise en charge des facteurs de risque et à l'avancée des méthodes de revascularisation (pontages et angioplasties) que les taux de mortalité reliés à ces maladies ont diminué. Par le fait même, de plus en plus de gens vivent plus longtemps avec ce type de maladies chroniques [33]. Cette situation met une pression grandissante sur les compagnies d'assurance vie qui n'ont pas révisé leur guide de tarification et qui en font payer le prix à leurs clients. Il est donc primordial d'analyser cette situation et par le fait même de valider si la méthode PLE estime bien la mortalité à long terme de la MCAS. Nous étudierons tout d'abord la survie à la suite de deux différentes interventions chirurgicales, soit le pontage aorto-coronarien et l'angioplastie coronaire. Par la suite, nous aurons un regard sur la maladie vasculaire cérébrale chez les patients âgés, et également chez les plus jeunes.

3.1 Pontage aortocoronarien

L'article choisi afin d'analyser la survie après un pontage aortocoronarien est une étude observationnelle de la population suédoise [35], basée sur le registre SWEDEHEART (Swedish Web System for Enhancement and Development of Evidence-Based Care in Heart Disease Evaluated According to Recommended Therapies), incluant 76 000 patients ayant subi un pontage aortocoronarien isolé (PAC) en Suède entre 1997 et 2013.

Les courbes de survie cumulative allant jusqu'à 16 ans de suivi ont été rapportées selon trois catégories de groupes d'âge, soit 50 ans et moins ($n = 4\,086$), 51 à 70 ans ($n = 36\,442$), et 71 ans et plus ($n = 36\,252$) (Figure 6). Ce sont ces résultats que nous utiliserons afin de calculer la mortalité observée. Nous avons utilisé la table de mortalité de la population générale de la Suède 2000-2009 afin d'obtenir la survie cumulative attendue.

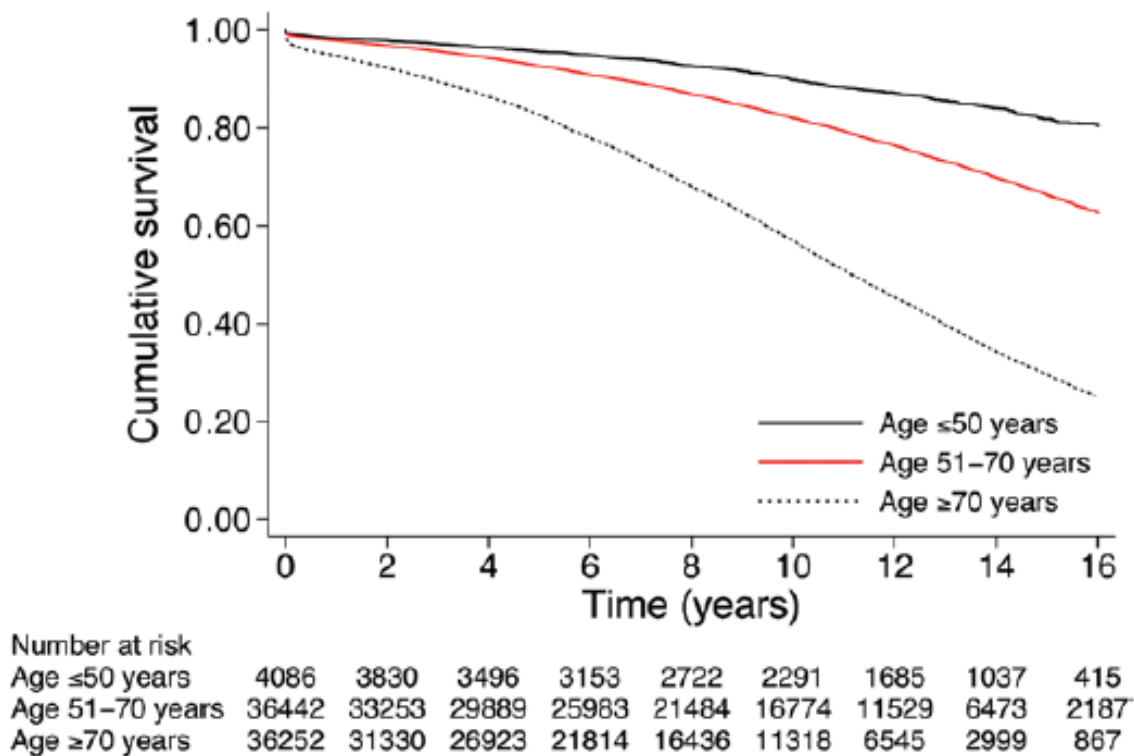


Figure 6. – Survie cumulative après un pontage aortocoronarien (PAC) selon les différentes cohortes de l'étude analysé.

Le RR et l'EDR ont été calculés à un âge de 46, 61 et 75 pour les trois cohortes, soit l'âge médian de chacune d'entre elles. Nous avons calculé les différentes survies en respectant la proportion homme/femme. Le Tableau 16 montre les valeurs de survie cumulative observée (P) et attendue (P') obtenues par l'analyse de la Figure 6 et par la table de mortalité de la population de comparaison à huit ans de suivi. Avec ces résultats, nous avons calculé la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité et enfin, RR et EDR. Les RR correspondant à la 8^e année de suivi sont 3,42, 1,43 et 0,90 pour la cohorte moins de 50 ans, 50-70 ans et plus de 70 ans, respectivement. Les EDR pour la même période sont 0,0068, 0,0052 et -0,0053 pour la cohorte 50 ans et moins, 51-70 ans et 71 ans et plus, respectivement. Notons qu'un RR plus petit que 1 et un EDR négatif correspondent à une survie meilleure que celle de la population de comparaison.

Calcul de RR et EDR à la 8 ^e année de suivi			
	Cohorte de 50 ans et moins	Cohorte 51 à 70 ans	Cohorte 71 ans et plus
P'	0,9778	0,9075	0,6502
q'	0,0028	0,0121	0,0524
P	0,9257	0,8696	0,6799
q	0,0096	0,0173	0,0471
RR	3,43	1,43	0,90
EDR	0,0068	0,0052	-0,0053

P' = survie cumulative (attendue) ; q' = mortalité attendue

P = survie cumulative (observée) ; q = mortalité observée

RR = risque relatif; EDR = excès de mortalité

Tableau 16. – Pontage aortocoronarien : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à huit ans de suivi.

3.1.1 Pontage à 50 ans et moins

Avec le résultat du RR et de l'EDR calculé à l'année huit du suivi, nous avons calculé la survie cumulative avec les différentes méthodes d'estimation jusqu'à 16 ans de suivi (Tableau 17).

Suivre (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (Table de survie, Suède, 2000-2009)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant : 3,43)	P3 (EDR Constant: 0,0068)	P4 (PLE)
8	54	0,9778	0,9257	0,9257	0,9257	0,9322
9	55	0,9736	0,9158	0,9122	0,9155	0,9219
10	56	0,9692	0,8977	0,8980	0,9051	0,9112
11	57	0,9642	0,8812	0,8822	0,8943	0,8999
12	58	0,9587	0,8713	0,8649	0,8831	0,8880
13	59	0,9528	0,8548	0,8466	0,8717	0,8756
14	60	0,9464	0,8399	0,8271	0,8599	0,8626
15	61	0,9394	0,8185	0,8062	0,8477	0,8490
16	62	0,9317	0,8053	0,7834	0,8349	0,8346

Tableau 17. – Pontage 50 ans et moins : survie cumulative selon la population générale de la Suède (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

Le Tableau 18 montre les résultats de la survie cumulative à la dernière année de suivi selon l'article étudié et les différentes méthodes d'estimation de la survie. Nous avons aussi recalculé le MR à cette même année. Nous avons fait ressortir l'écart entre les différentes méthodes afin de donner un meilleur aperçu des résultats. À la 16^e année, cet écart est de -2,19%, 2,97% et 2,93% pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. Représenté en MR, l'écart est de 39, -51 et -50 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement.

Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (16 ans)					
	Table de survie, Suède	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,9317	0,8053	0,7834	0,8349	0,8346
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			-2,19%	2,97%	2,93%
Ratio de mortalité		305	343	254	255
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			39	-51	-50

Tableau 18. – Pontage à 50 ans et moins : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (16 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.

3.1.2 Pontage à l'âge de 51 à 70 ans

Nous avons procédé de la même manière pour les deux autres cohortes de l'étude. Avec le résultat du RR et de l'EDR calculé à l'année huit du suivi, nous avons calculé la survie cumulative avec les différentes méthodes d'estimation jusqu'à 16 ans de suivi (Tableau 19).

Suivie (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (Table de survie, Suède, 2000-2009)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant : 1,43)	P3 (EDR Constant: 0,0052)	P4 (PLE)
8	69	0,9075	0,8696	0,8696	0,8696	0,8764
9	70	0,8905	0,8449	0,8463	0,8488	0,8554
10	71	0,8722	0,8201	0,8214	0,8269	0,8332
11	72	0,8522	0,7954	0,7943	0,8036	0,8092
12	73	0,8304	0,7640	0,7652	0,7789	0,7835
13	74	0,8068	0,7327	0,7340	0,7527	0,7562
14	75	0,7812	0,6997	0,7006	0,7249	0,7270
15	76	0,7538	0,6634	0,6654	0,6956	0,6962
16	77	0,7244	0,6271	0,6281	0,6648	0,6637

Tableau 19. – Pontage de 51 à 70 ans : survie cumulative selon la population générale de la Suède (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

Le Tableau 20 montre les résultats de la survie cumulative à la dernière année de suivi selon les résultats de l'article et des différentes méthodes d'estimation de la survie. Nous avons aussi recalculé le MR à cette même année. Nous avons fait ressortir l'écart entre les différentes méthodes afin de donner un meilleur aperçu des résultats. À la 16^e année de suivi, cet écart est de 0,11%, 3,78% et 3,66% pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. Représenté en MR, l'écart est de -1, -18 et -17 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement.

Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (16 ans)					
	Table de survie, Suède	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,7244	0,6271	0,6281	0,6648	0,6637
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel:			0,11%	3,78%	3,66%
Ratio de mortalité		144	143	126	127
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			-1	-18	-17

Tableau 20. – Pontage de 51 à 70 ans : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (16 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.

La tendance pour ce groupe ressemble à la même qu'avec la cohorte de 50 ans et moins, soit un meilleur résultat en utilisant RR constant. Notons que cette même tendance est présente même avec un MR beaucoup plus bas qu'avec la cohorte de 50 ans et moins.

3.1.3 Pontage à 71 ans et plus

Similairement, avec le résultat du RR et de l'EDR calculé à l'année huit du suivi, nous avons calculé la survie cumulative avec les différentes méthodes d'estimation jusqu'à 16 ans de suivi (Tableau 21).

Suivie (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (Table de survie, Suède, 2000-2009)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant : 0,90)	P3 (EDR Constant: -0,0053)	P4 (PLE)
8	83	0,6502	0,6799	0,6799	0,6799	0,6719
9	84	0,5947	0,6287	0,6278	0,6255	0,6182
10	85	0,5378	0,5710	0,5738	0,5689	0,5625
11	86	0,4798	0,5083	0,5182	0,5106	0,5053
12	87	0,4217	0,4538	0,4618	0,4515	0,4475
13	88	0,3645	0,3977	0,4055	0,3927	0,3901
14	89	0,3093	0,3432	0,3503	0,3353	0,3341
15	90	0,2576	0,2954	0,2977	0,2810	0,2811
16	91	0,2101	0,2508	0,2483	0,2306	0,2319

Tableau 21. – Pontage à 71 ans et plus : survie cumulative selon la population générale de la Suède (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

Le Tableau 22 montre le résultat de la survie cumulative à la dernière année de suivi selon les résultats de l'article et des différentes méthodes d'estimation de la survie. Nous avons aussi recalculé le MR à cette même année. Nous avons fait ressortir l'écart entre les différentes méthodes afin de donner un meilleur aperçu des résultats. À la 16^e année de suivi, cet écart est de -0,25%, -2,02% et -1,89% pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. Représenté en MR, l'écart est de 1, 5 et 5 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement.

Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (16 ans)					
	Table de survie, Suède	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,2101	0,2508	0,2483	0,2306	0,2319
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			-0,25%	-2,02%	-1,89%
Ratio de mortalité		89	90	94	94
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			1	5	5

Tableau 22. – Pontage à 71 ans et plus : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (16 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.

La cohorte de 71 ans et plus démontre une survie à long terme meilleure que celle dans la population générale. Cela est représenté dans le Tableau 22 par des MR plus bas que 100. Il a effectivement été démontré que la survie aux maladies cardiovasculaires s'est grandement améliorée dans les dernières décennies [36]. Ces résultats peuvent être expliqués par de meilleurs interventions et de meilleurs traitements médicamenteux de maintien post-traitement, mais aussi par le fait que les gens qui ont eu un évènement cardiovasculaire ont un meilleur suivi médical et peuvent être tentés de se prendre en main en adoptant de meilleures habitudes de vie. Des validations de cette théorie ont d'ailleurs déjà été publiées [37]. Cependant, cette amélioration de la survie n'est pas observée dans les premières années de suivi après l'évènement. Il est intéressant de noter que même avec un MR en bas de 100 ou un EDR négatif, les calculs de survie ont été possibles et donnent des résultats très rapprochés de la réalité.

En rassemblant les résultats des trois cohortes et des différentes méthodes, nous avons calculé la moyenne absolue de l'écart entre les résultats des différentes méthodes à la dernière année de suivi (Tableau 23).

Moyenne absolue de l'écart entre les différentes méthodes d'estimation à la dernière année de suivi (16 ans)				
		RR Constant	EDR Constant	PLE
	Survie	0,85%	2,92%	2,83%
Moyenne absolue des résultats selon les trois cohortes	MR	13	25	24

Tableau 23. – Pontage aortocoronarien : moyenne absolue de l'écart entre les différentes méthodes d'estimation et la dernière année de suivi des trois cohortes.

En combinant les résultats des trois cohortes, RR constant a estimé une meilleure survie cumulative avec un résultat à 0,85% de la survie réelle, comparativement à 2,92% et 2,83% pour EDR constant et PLE, respectivement. En MR, cela représente une estimation avec un écart de 13, 25 et 24 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. La tendance générale semble être la même pour les trois cohortes avec la méthode RR constant qui donne des résultats plus proches de la réalité. Ces résultats préliminaires sur la MCAS sont importants car ils contrastent un peu avec les résultats exposés ci-dessus, montrant plutôt une meilleure estimation pour les méthodes EDR constant et PLE. Nous analyserons donc plus de maladies vasculaires afin d'avoir une vue d'ensemble plus claire sur la situation.

3.2 Revascularisation par angioplastie coronarienne

Dans cette section, nous étudierons l'impact de la revascularisation par angioplastie coronarienne, un autre type d'intervention pour les patients atteints de MCAS. L'étude choisie analyse la survie de plus de 15 000 patients atteints de MCAS qui ont eu une angioplastie [38]. Le suivi de l'étude se déroule de 1999 à 2015 avec une cohorte Norvégienne (Figure 7, courbe de couleur noire).

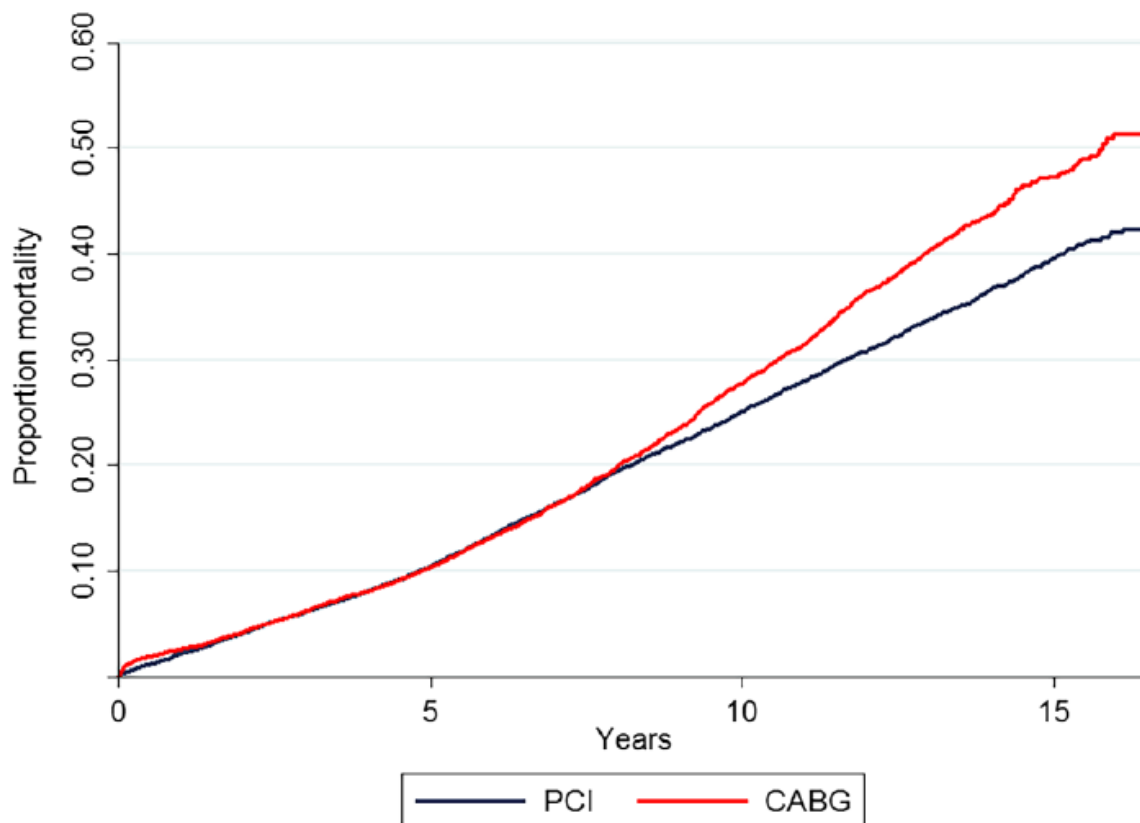


Figure 7. — Analyse de la mortalité cumulative selon deux interventions différentes.
PCI : *percutaneous coronary intervention* (en français : angioplastie), CABG :
coronary artery bypass grafting (en français : pontage coronarien).

Nous avons utilisé les valeurs provenant de la courbe PCI de la Figure 7 et avons calculé un RR et EDR à huit ans de suivi afin d'estimer la survie à 16 ans. Pour cela, nous avons utilisé la table de la population générale de la Norvège de 2000-2009 comme population de comparaison. Nous

avons utilisé 68 ans comme âge de comparaison car l'article décrivait un âge moyen de la cohorte de 65 ans avec une déviation standard de 11 ans. Nous avons finalement pris soin de conserver la proportion homme/femme de l'étude. Les résultats des valeurs de RR et EDR à huit ans de suivi sont représentés dans le Tableau 24 et donnent 1,63 et 0,0103, respectivement.

Calcul de RR et EDR à la 8^e année de suivi

P'	0,8767
q̃'	0,0163
P	0,8057
q̃	0,0266
RR	1,63
EDR	0,0103

P = survie cumulative (observée) ; q̃ = mortalité observée
P' = survie cumulative (attendue) ; q̃' = mortalité attendue
RR = risque relatif; EDR = excès de mortalité

Tableau 24. – Angioplastie : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à huit ans de suivi.

Le Tableau 25 montre les valeurs de survie à chaque année du suivi à partir de la 8^e année selon la mortalité attendue (population générale de la Norvège, P'), la mortalité observée (valeur de survie selon l'étude, P1) et les différentes méthodes d'estimation de la survie.

Suivie (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (Table de survie, Norvège, 2000- 2009)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant : 1,63)	P3 (EDR Constant: 0.0103)	P4 (PLE)
8	73	0,8767	0,8057	0,8056	0,8057	0,8203
9	74	0,8533	0,7797	0,7706	0,7759	0,7900
10	75	0,8279	0,7488	0,7331	0,7448	0,7578
11	76	0,8001	0,7203	0,6929	0,7121	0,7235
12	77	0,7692	0,6931	0,6492	0,6772	0,6865
13	78	0,7355	0,6621	0,6028	0,6406	0,6473
14	79	0,6988	0,6337	0,5536	0,6020	0,6057
15	80	0,6595	0,6040	0,5028	0,5619	0,5624
16	81	0,6169	0,5792	0,4498	0,5198	0,5168

Tableau 25. – Angioplastie : survie cumulative selon la population générale de la Norvège (P'), selon l'étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

À la dernière année de suivi, nous avons déterminé l'écart des résultats entre la valeur de l'étude et les méthodes d'estimation. Cela nous donne -12,94%, -5,94%, -6,25% pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. Si nous représentons cet écart en MR, cela donne 51, 22, 23 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement (Tableau 26).

Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (16 ans)					
	Table de survie, Norvège	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,6169	0,5792	0,4498	0,5198	0,5168
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			-12,94%	-5,94%	-6,25%
Ratio de mortalité	113	163	135	136	
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			51	22	23

Tableau 26. – Angioplastie : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (16 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.

Bien que la condition médicale soit semblable à celle qui a été analysée selon l'intervention du pontage (i.e. la maladie cardiovasculaire), l'estimation de la mortalité à long terme par les méthodes d'évaluation donnent des résultats assez différents. Il est difficile de directement comparer les résultats des deux études puisque les âges des cohortes sont différents. Cependant, si l'on regarde la Figure 7, on constate qu'un plateau s'installe tranquillement vers la fin du suivi. En effet, cette atténuation de la mortalité en fin de suivi vient perturber les résultats des méthodes d'estimation qui eux, ont des courbes de survie qui suivent une tendance constante. Dans l'analyse globale à la fin de ce mémoire, il sera important d'évaluer les méthodes d'estimation sur tout le suivi et non pas seulement sur le résultat final à la dernière année. Cela nous permettra d'en apprendre davantage sur la globalité de l'évaluation des méthodes. Quoiqu'il en soit, les estimations pour l'angioplastie par la méthode EDR constant et PLE donnent pratiquement les mêmes résultats que ceux de la moyenne des estimations pour les trois cohortes pour l'intervention du pontage, environ une table de mortalité de différence, soit un MR d'environ 25. Pour ce qui est de RR constant, les résultats pour l'angioplastie nous donnent une différence de MR de 51 mais la moyenne des estimations selon les trois cohortes pour le pontage coronarien donnait un MR de 13. Selon ces deux résultats, on pourrait conclure que la méthode RR constant semble plus hasardeuse que les deux autres méthodes.

3.3 Accidents vasculaires cérébraux

L'accident vasculaire cérébral (AVC) est la troisième cause de décès au Canada après le cancer et les maladies du cœur [39]. Un AVC est défini comme ischémique lorsqu'il y a un manque de flux sanguin vers le cerveau ou comme hémorragique lorsqu'il y a rupture d'un vaisseaux sanguin cérébral. Principalement en raison du vieillissement de la population, le nombre de personne qui survivent à un AVC est en augmentation. Cependant, bien que l'AVC touche majoritairement les personnes plus âgées, le nombre d'évènements vasculaires cérébraux est aussi en augmentation chez la population plus jeune et 25% des canadiens ayant eu un AVC sont âgés de moins de 65 ans [40].

Nous savons que les conséquences reliées à cette maladie peuvent être très différentes dépendamment de l'âge à laquelle a lieu l'évènement. En effet, la mortalité et la morbidité associée à une maladie chronique est très différente selon l'âge, comme nous l'avons constaté dans l'analyse de la MCAS (pontage selon trois cohortes d'âges différents). Ainsi, nous avons décidé d'étudier l'AVC chez une population plus âgée ainsi que chez une population plus jeune afin de déterminer de façon plus précise l'impact de ce facteur sur la mortalité. Finalement, comme nous l'avons fait pour la MCAS, nous serons aussi capables d'analyser si les différentes méthodes d'estimation de la mortalité sont adéquates et valides et ce, à des âges bien différents.

3.3.1 Accident vasculaire cérébral chez les jeunes adultes

L'étude choisie analyse la survie de plus de 13,000 jeunes adultes âge de 18 à 49 ans qui ont survécu au moins 30 jours après un épisode d'AVC (ischémique ou hémorragique) [41]. Les données ont été tirées du registre national des hôpitaux des Pays-Bas entre 1998 et 2011 et ont été associés aux données du registre national des décès jusqu'au 1^{er} janvier 2017. Puisque les résultats de l'article nous donnaient précisément la mortalité à 15 ans de suivi, nous avons utilisé ces données à des fins d'analyse. À la fin du suivi, plus de 3500 patients étaient décédés. Nous

avons utilisé la table de survie de la population générale des Pays-Bas de 2000-2009 à l'âge de 44 ans (âge médian donné dans l'article). Nous avons calculé un MR et EDR à huit ans de suivi en prenant soin de garder les mêmes proportions hommes/femmes que la population étudiée. Nous avons obtenu un RR correspondant de 5,19 et un EDR de 0,0101 (Tableau 27).

Calcul du RR et EDR à la 8 ^e année de suivi	
P'	0,9808
q'	0,0024
P	0,9045
q	0,0125
RR	5,19
EDR	0,0101
P' = survie cumulative (attendue) ; q' = mortalité attendue	
P = survie cumulative (observée) ; q = mortalité observée	
RR = risque relatif; EDR = excès de mortalité	

Tableau 27. – AVC chez les jeunes : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à huit ans de suivi.

Avec ces résultats, nous avons calculé la survie jusqu'à 15 ans de suivi. Le Tableau 28 montre les valeurs de survie à chaque année du suivi à partir de la 8^e année selon la mortalité attendue (population générale), la mortalité observée (valeur de survie selon l'étude) et les différentes méthodes d'estimation de la survie.

Suivie (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (Table de survie, Pays- Bas, 2000-2009)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant : 5,19)	P3 (EDR Constant: 0,0101)	P4 (PLE)
8	52	0,9809	0,9045	0,9045	0,9045	0,9134
9	53	0,9773	0,8939	0,8872	0,8921	0,9009
10	54	0,9735	0,8850	0,8691	0,8796	0,8880
11	55	0,9693	0,8730	0,8498	0,8670	0,8746
12	56	0,9647	0,8633	0,8289	0,8541	0,8608
13	57	0,9597	0,8522	0,8067	0,8411	0,8465
14	58	0,9543	0,8450	0,7830	0,8279	0,8317
15	59	0,9484	0,8300	0,7579	0,8144	0,8163

Tableau 28. – AVC chez les jeunes : survie cumulative selon la population générale des Pays-Bas(P'), selon étude (P1), RR constant (P2), EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

À la dernière année de suivi, nous avons déterminé l'écart des résultats entre la valeur réelle de l'étude et les méthodes d'estimation. Cela nous donne -7,21%, -1,56%, -1,37% pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. Si nous représentons cet écart en MR, cela donne 169, 35, 31 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement (Tableau 29).

Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (15 ans)					
	Table de survie, Pays- Bas	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,9484	0,8300	0,7579	0,8144	0,8163
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			-7,21%	-1,56%	-1,37%
Ratio de mortalité		350	519	385	381
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			169	35	31

Tableau 29. – AVC chez les jeunes : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (15 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.

La méthode PLE donne des résultats plus proches de la réalité que les autres méthodes d'estimation. Il est important de constater que même à des âges inférieurs, PLE et EDR constant donnent des résultats très rapprochés de la réalité. D'ailleurs, en regardant les résultats exposés depuis le début de ce mémoire, bien que ces deux méthodes ne soient pas les plus précises pour toutes les conditions, ces méthodes semblent être plus constantes (i.e. variant moins autour de la valeur réelle) dans les estimations que RR constant. Dans les analyses finales, nous prendrons soin d'analyser cela afin d'avoir une meilleure vue d'ensemble des méthodologies.

3.3.2 Accident vasculaire cérébral chez les personnes âgées

La seconde étude sélectionnée portait sur une population plus âgée [42]. Les critères d'inclusion étaient une population qui avait eu un évènement vasculaire cérébral (hémorragique ou ischémique), incluant l'accident ischémique transitoire (AIT), et qui avait survécu au moins un an après l'évènement. Notons quelques différences avec l'analyse précédente, soit que l'AIT était exclu de l'article précédant sur la population plus jeune et la population étudiée devait avoir survécu un mois au lieu d'un an. L'âge moyen de la population à l'étude était de 67 ans avec une déviation standard de 14,3 ans au moment de l'inclusion. Plus de 1130 patients furent identifiés à l'hôpital de l'Université de Stavanger, en Norvège, entre 1996 à 2004 et un suivi allant jusqu'à plus de 16 ans a été possible. Les décès ont été comptabilisés avec un jumelage du registre national des décès (National Registry of Death). Il y eu près de 52% de décès durant ce suivi qui s'est arrêté le 31 mai 2012.

À des fins de comparaison, nous avons utilisé la table de survie de la population de la Norvège de 2000-2009 à l'âge de 71. Nous avons utilisé 71 ans car la population étudiée avait 68 ans après la première année d'exclusion. Nous avons donc ajouté 3 ans à 68 ans car la déviation standard était de plus de 10 ans. L'analyse graphique permettait d'extraire la survie cumulative jusqu'à 15 ans de suivi (Figure 8).

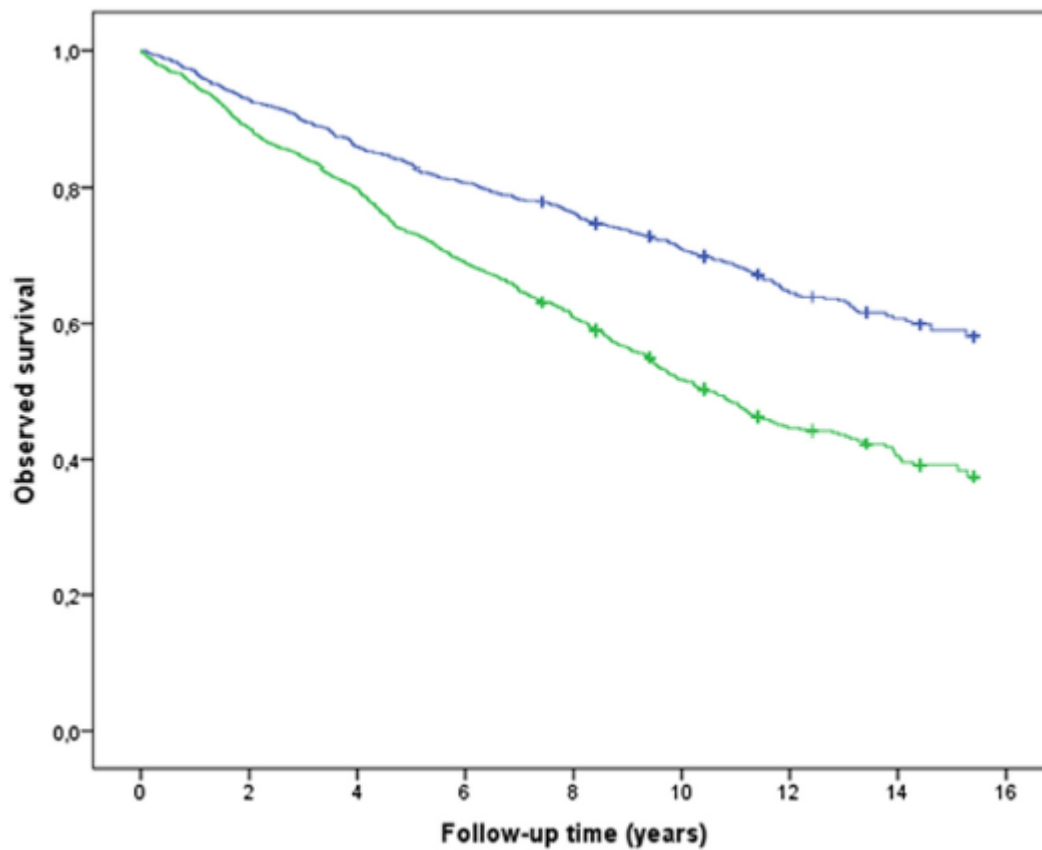


Figure 8. – AVC chez les personnes âgées : en vert, la survie cumulative de la population étudiée provenant de l'article analysé.

Nous avons calculé un MR et EDR à huit ans. Les résultats des valeurs de RR et EDR sont représentés dans le Tableau 30 et donnent 1,87 et 0,0279, respectivement.

Calcul du RR et EDR à la 8^e année de suivi

P'	0,7699
q'	0,0322
P	0,6094
q	0,0600
RR	1,87
EDR	0,0279

P' = survie cumulative (attendue) ; q' = mortalité attendue

P = survie cumulative (observée) ; q = mortalité observée

RR = risque relatif; EDR = excès de mortalité

Tableau 30. – AVC chez les personnes âgées : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à huit ans de suivi.

Avec ces résultats, nous avons calculé la survie jusqu'à 15 ans de suivi. Le Tableau 31 montre les valeurs de survie à chaque année du suivi à partir de la huitième année selon la mortalité attendue (population générale), la mortalité observée (valeur de survie selon l'étude) et des différentes méthodes d'estimation de la survie.

Suivie (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (Table de survie, Norvège, 2000-2009)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant : 1,87)	P3 (EDR Constant: 0,0279)	P4 (PLE)
8	76	0,7699	0,6094	0,6091	0,6094	0,6439
9	77	0,7297	0,5641	0,5497	0,5606	0,5923
10	78	0,6868	0,5172	0,4894	0,5120	0,5398
11	79	0,6411	0,4813	0,4285	0,4636	0,4865
12	80	0,5929	0,4469	0,3685	0,4159	0,4333
13	81	0,5434	0,4344	0,3110	0,3695	0,3811
14	82	0,4929	0,4031	0,2571	0,3249	0,3306
15	83	0,4405	0,3922	0,2061	0,2813	0,2813

Tableau 31. – AVC chez les personnes âgées : survie cumulative selon la population générale de la Norvège (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

À la dernière année de suivi, nous avons déterminé l'écart des résultats entre la valeur de l'étude et les méthodes d'estimation. Cela nous donne -18,61%, -11,09%, -11,09% pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. Si nous représentons cet écart en MR, cela donne 74, 39, 39 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement (Tableau 32).

Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (15 ans)					
	Table de survie, Norvège	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,4405	0,3922	0,2061	0,2813	0,2813
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			-18,61%	-11,09%	-11,09%
Ratio de mortalité		114	188	152	152
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			74	39	39

Tableau 32. – AVC chez les personnes âgées : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (15 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.

En rassemblant les résultats des deux articles analysés et des différentes méthodes, nous avons calculé la moyenne absolue de l'écart entre les résultats des différentes méthodes à la dernière année de suivi (Tableau 33).

Moyenne absolue de l'écart entre les différentes méthodes d'estimation à la dernière année de suivi (15 ans)				
Moyenne absolue des résultats selon les 2 articles		RR Constant	EDR Constant	PLE
	Survie	12,91%	6,32%	6,23%
	MR	122	37	35

Tableau 33. – AVC : moyenne absolue de l'écart entre les différentes méthodes d'estimation et la dernière année de suivi des 2 cohortes (jeune et âgée).

Dans l'ensemble, les méthodes PLE et EDR constant semblent donner de meilleurs résultats à long terme pour la maladie cérébrale vasculaire et ce, peu importe l'âge. RR constant surestime en générale plus la mortalité à long terme que les autres méthodes d'estimation. Bien que l'étiologie des AVC chez les jeune et les personnes âgé soit très différente [43], il est intéressant de constater que les causes de la maladie n'affectent pas la tendance du pronostic et que la mortalité à long terme peut quand même être estimé.

4. Cardiomyopathie hypertrophique

Les cardiomyopathies sont des maladies qui affectent le muscle cardiaque pouvant amener une insuffisance cardiaque [44]. Il existe plusieurs formes de cardiomyopathie et l'une d'elle est la cardiomyopathie hypertrophique (CMH). Celle-ci est diagnostiquée lorsque le muscle cardiaque est hypertrophié, provoquant un blocage du sang lors de son expulsion par le cœur. Des causes génétiques sont mises de l'avant afin d'expliquer plus de 50% des cas de CMH [45]. Bien que les gens atteints de CMH aient peu de symptômes, les principales complications peuvent être graves telles que la mort subite, la fibrillation auriculaire et l'insuffisance cardiaque.

L'article sélectionné analyse la survie sur plus de 10 ans des hommes et des femmes atteints de CMH et qui ont eu une évaluation à la Mayo Clinic (États-Unis) entre 1975 et septembre 2012 [46]. Le diagnostic a été fait de façon clinique et par échocardiogramme et 3673 patients, dont 45% étaient des femmes, ont été inclus dans l'étude. Notre analyse s'est concentrée sur la survie des femmes car ce groupe avait une différence plus marquée que les hommes sur la survie à long terme (Figure 9). L'âge moyen des femmes était de 59 ans avec une déviation standard de 16 ans.

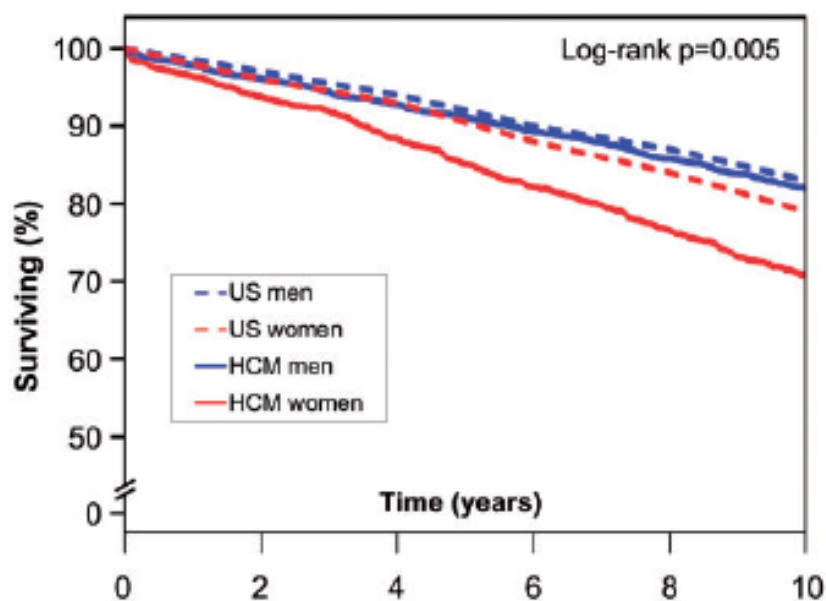


Figure 9. – Survie cumulative chez les hommes et femmes avec un diagnostic de cardiomyopathie hypertrophique (CMH).

À des fins de comparaison pour déterminer le MR et l'EDR à cinq ans de suivi, nous avons utilisé la table de survie des femmes des États-Unis de 2000-2009 à 62 ans. Le RR correspondant a été calculé à 3,01 et l'EDR à 0,0211 (Tableau 34).

Calcul du RR et EDR à la 5 ^e année de suivi	
P'	0,9487
q'	0,0105
P	0,8517
q	0,0316
RR	3,01
EDR	0,0211

P' = survie cumulative (attendue) ; q' = mortalité attendue
 P = survie cumulative (observée) ; q = mortalité observée
 RR = risque relatif; EDR = excès de mortalité

Tableau 34. – Cardiomyopathie : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à cinq ans de suivi.

Nous avons reconstruit une table de survie avec chacune des méthodes d'estimation en utilisant le RR et EDR calculés plus haut (Tableau 35).

Suivie (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (Table de survie, USA, 2000-2009, Femme)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant : 3,01)	P3 (EDR Constant: 0,0211)	P4 (PLE)
0	59	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	60	0,9913	0,9643	0,9736	0,9701	0,9739
2	61	0,9818	0,9372	0,9458	0,9405	0,9471
3	62	0,9715	0,9177	0,9159	0,9108	0,9195
4	63	0,9605	0,8831	0,8846	0,8812	0,8912
5	64	0,9487	0,8517	0,8517	0,8517	0,8622
6	65	0,9358	0,8214	0,8170	0,8222	0,8323
7	66	0,9221	0,7987	0,7810	0,7929	0,8018
8	67	0,9073	0,7652	0,7433	0,7634	0,7705
9	68	0,8912	0,7316	0,7035	0,7337	0,7383
10	69	0,8741	0,7089	0,6628	0,7042	0,7054

Tableau 35. – Cardiomyopathie : survie cumulative selon la population générale des femmes des États-Unis (P'), selon étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

Finalement, nous avons recalculé le MR à la dernière année pour chacune des méthodes et exposé l'écart entre les différents résultats et celui attendu (Tableau 36). L'écart dans l'estimation de la survie comparativement avec celle de l'étude est de -4,61%, -0,47% et -0,34% pour RR constant, EDR constant et PLE respectivement. Ramené en MR, l'écart est de 48, 5 et 4 pour RR constant, EDR constant et PLE respectivement.

Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (10 ans)					
	Table de survie, USA	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,8741	0,7089	0,6628	0,7042	0,7054
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			-4,61%	-0,47%	-0,34%
Ratio de mortalité		253	301	258	257
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			48	5	4

Tableau 36. – Cardiomyopathie : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (15 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.

EDR constant et PLE ont estimé pratiquement la même mortalité que celle de l'article alors que RR constant donne une différence de près de deux tables de plus. Cela démontre encore une fois que PLE et EDR constant se démarquent dans l'estimation de la mortalité comparativement à RR constant.

5. L'apnée du sommeil

Au Canada, un homme sur quatre est à risque élevé de développer de l'apnée du sommeil. En 2017, cette maladie affectait près de 13% des personnes âgées entre 60 et 79 ans [47]. L'apnée du sommeil se définit comme un arrêt de la respiration durant le sommeil. Cet arrêt peut être en raison d'une obstruction des voies respiratoires (syndrome d'apnée obstructive du sommeil), en raison d'absence de commande du système nerveux centrale (apnée centrale) ou un mixte des deux (apnée mixte). Ce manque d'oxygène peut causer de nombreuses complications sur la santé telles que l'hypertension artérielle, les maladies cardiaques et vasculaires cérébrales, etc. [48]. L'apnée du sommeil se diagnostique par polysomnographie, un test qui permet d'enregistrer les arrêts respiratoires, la saturation d'oxygène dans le sang, la respiration, le ronflement ainsi que la position du corps. Différents degrés de sévérité existent selon le nombre d'apnées et d'hypopnées par heure afin de catégoriser cette maladie. Plusieurs traitements sont possibles afin de traiter l'apnée du sommeil mais celui qui est le plus efficace dans la majorité des cas est le traitement par pression positive continue. Finalement, une modification des habitudes de vie est aussi très importante si l'on veut diminuer les symptômes et les futures complications possibles [49].

L'article analyse la survie de patients suédois ayant reçu un diagnostic d'apnée du sommeil durant un séjour à l'hôpital ou dans une clinique spécialisée entre les années 2000 et 2009 [50]. Utilisant le registre national des patients, plus de 60 000 patients ayant eu un diagnostic dans une clinique spécialisée et 14 000 patients ayant eu un diagnostic durant une hospitalisation ont été suivis sur une période de près de 11 ans. Au total, 1 624 décès ont été enregistrés dans les deux groupes. La Figure 10 représente la survie cumulative chez les hommes après un diagnostic d'apnée du sommeil.

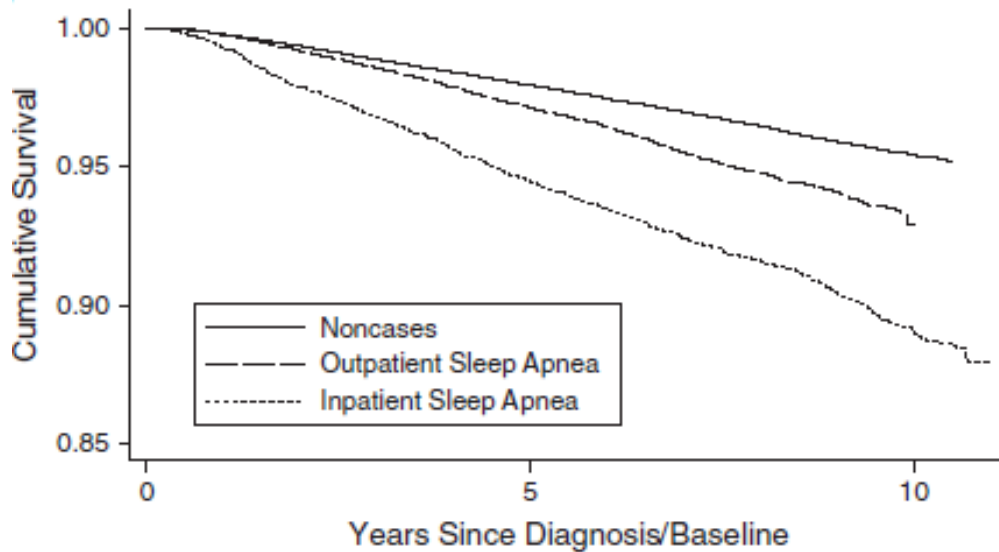


Figure 10. – Survie cumulative chez les hommes après un diagnostic d’apnée du sommeil diagnostiquée dans une clinique spécialisée (*outpatient* dans le graphique) et lors d’une hospitalisation (*inpatient* dans le graphique). *Noncases* est le groupe contrôle.

Nous avons utilisé la population générale de Suède comme population de comparaison avec la table de survie de 2000-2009. L’âge moyen selon l’étude était de 46 ans et aucune déviation standard n’était donnée. Puisque l’âge au diagnostic était très étendu, soit entre 16 à 73 ans, nous avons considéré une déviation standard plus grande que 10 et avons donc ajouté 3 ans à l’âge de comparaison, c’est-à-dire 49 ans. L’article divisait les analyses de survie par sexe. Nous avons décidé d’analyser celle des hommes car elle comprenait plus de sujets. Nous avons déterminé le RR et l’EDR à cinq ans de suivi et avons estimé la survie à 10 ans par les différentes méthodes d’estimation de la survie.

5.1 Apnée du sommeil diagnostiquée dans une clinique spécialisée

L'article nous donnait une survie à cinq ans de 0,9708 et la survie attendue était de 0,9830. Le RR et l'EDR correspondant, après la détermination de la moyenne géométrique des taux de mortalité (\check{q}' et \check{q}), donnent 1,72 et 0,0025 respectivement (Tableau 37).

Calcul du RR et EDR à la 5 ^e année de suivi	
P'	0,9830
\check{q}'	0,0034
P	0,9708
\check{q}	0,0059
RR	1,72
EDR	0,0025

P' = survie cumulative (attendue) ; \check{q}' = mortalité attendue
 P = survie cumulative (observée) ; \check{q} = mortalité observée
 RR = risque relatif; EDR = excès de mortalité

Tableau 37. – Apnée du sommeil diagnostiquée dans une clinique spécialisée : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à 5 ans de suivi.

Avec ces données, nous avons estimé la survie à 10 ans avec les différentes méthodes (Tableau 38). Nous avons recalculé le MR à la dernière année pour chacune des méthodes et exposé l'écart entre les différents résultats et celui attendu (Tableau 39). L'écart dans la survie des différentes méthodes comparativement avec celle de l'étude est de -0,37%, 0,34% et 0,36% pour RR constant, EDR constant et PLE respectivement. Ramené en MR, l'écart est de 9, -8 et -8 pour RR constant, EDR constant et PLE respectivement.

Suivie (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (Table de survie, Suède, 2000-2009)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant : 1,72)	P3 (EDR Constant: 0,0025)	P4 (PLE)
0	49	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	50	0,9972	0,9976	0,9952	0,9947	0,9951
2	51	0,9941	0,9916	0,9899	0,9892	0,9898
3	52	0,9908	0,9853	0,9841	0,9834	0,9843
4	53	0,9872	0,9786	0,9779	0,9774	0,9784
5	54	0,9830	0,9708	0,9708	0,9708	0,9719
6	55	0,9785	0,9639	0,9632	0,9640	0,9651
7	56	0,9738	0,9549	0,9552	0,9570	0,9580
8	57	0,9685	0,9479	0,9462	0,9494	0,9502
9	58	0,9626	0,9408	0,9363	0,9413	0,9418
10	59	0,9563	0,9294	0,9257	0,9327	0,9329

Tableau 38. – Apnée du sommeil diagnostiquée dans une clinique spécialisée : survie cumulative selon la population générale de la Suède (P'), selon l'étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (10 ans)					
	Table de survie, Suède	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,9563	0,9294	0,9257	0,9327	0,9329
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			-0,37%	0,34%	0,36%
Ratio de mortalité		164	172	155	155
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			9	-8	-8

Tableau 39. – Apnée du sommeil diagnostiquée dans une clinique spécialisée : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (10 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.

Tous les résultats des différentes méthodes d'estimation donnent des résultats très près de la valeur de l'étude. Nous verrons si les estimations restent aussi bonnes avec la population diagnostiquée de l'apnée du sommeil lors d'une hospitalisation

5.1 Apnée du sommeil diagnostiquée lors d'une hospitalisation

L'article nous donnait une survie à cinq ans de 0,9443 et la survie attendue, soit la même valeur que la survie utilisée dans la section « diagnostiquée dans une clinique spécialisée », était de 0,9830. Le RR et l'EDR correspondant, après la détermination de la moyenne géométrique des taux de mortalité (\check{q}' et \check{q}), donnent 3,33 et 0,0080 respectivement (Tableau 40).

Calcul du RR et EDR à la 5 ^e année de suivi	
P'	0,9830
\check{q}'	0,0034
P	0,9443
\check{q}	0,0114
RR	3,33
EDR	0,0080
P' = survie cumulative (attendue) ; \check{q}' = mortalité attendue	
P = survie cumulative (observée) ; \check{q} = mortalité observée	
RR = risque relatif; EDR = excès de mortalité	

Tableau 40. – Apnée du sommeil diagnostiquée lors d'une hospitalisation : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à cinq ans de suivi.

Avec ces données, nous avons estimé la survie à 10 ans avec les différentes méthodes (Tableau 41). Nous avons recalculé le MR à la dernière année pour chacune des méthodes et exposé l'écart entre les différents résultats et celui attendu (Tableau 42). L'écart dans la survie comparativement

avec la survie de l'étude est de -2,92%, -0,77% et -0,71% pour RR constant, EDR constant et PLE respectivement. Ramené en MR, l'écart est de 74, 19 et 18 pour RR constant, EDR constant et PLE respectivement.

Suivie (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (Table de survie, Suède, 2000-2009)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant : 3,33)	P3 (EDR Constant: 0,0080)	P4 (PLE)
0	49	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	50	0,9972	0,9927	0,9906	0,9892	0,9904
2	51	0,9941	0,9786	0,9805	0,9783	0,9804
3	52	0,9908	0,9680	0,9694	0,9672	0,9699
4	53	0,9872	0,9559	0,9577	0,9559	0,9592
5	54	0,9830	0,9443	0,9443	0,9443	0,9477
6	55	0,9785	0,9346	0,9299	0,9324	0,9358
7	56	0,9738	0,9242	0,9149	0,9205	0,9236
8	57	0,9685	0,9156	0,8983	0,9081	0,9107
9	58	0,9626	0,9045	0,8802	0,8954	0,8971
10	59	0,9563	0,8901	0,8609	0,8823	0,8829

Tableau 41. – Apnée du sommeil diagnostiquée lors d'une hospitalisation : survie cumulative selon la population générale de la Suède (P'), selon l'étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (10 ans)					
	Table de survie, Suède	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,9563	0,8901	0,8609	0,8823	0,8829
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			-2,92%	-0,77%	-0,71%
Ratio de mortalité		259	333	279	277
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			74	19	18

Tableau 42. – Apnée du sommeil diagnostiquée lors d’une hospitalisation : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (10 ans) et l’écart entre la valeur observée (l’étude) et les différentes méthodes d’estimation.

L’apnée du sommeil semble être une condition médicale où la mortalité peut être bien estimée selon les différentes méthodes et ce, même lorsque la mortalité est différente selon les circonstances (condition diagnostiquée lors d’une hospitalisation ou en clinique spécialisée). Effectivement, la mortalité est en général beaucoup plus élevée pour la cohorte « diagnostiquée lors d’une hospitalisation » (MR de 259 contre un MR de 164 pour la cohorte « diagnostiquée en clinique spécialisée », ce qui était prévisible compte tenu des facteurs inhérents au fait d’avoir reçu un diagnostic lors d’une hospitalisation, comparativement à la situation où le patient est référé à une clinique spécialisée pour un dépistage. Dans la première situation, il est fort possible que la condition soit plus sévère, se traduisant par un RR et EDR plus élevé.

Finalement, en rassemblant les résultats des deux cohortes analysées et des différentes méthodes, nous avons calculé la moyenne absolue de l’écart entre les résultats des différentes méthodes à la dernière année de suivi (Tableau 43).

Moyenne absolue de l’écart entre les différentes méthodes d’estimation à la dernière année de suivi (10 ans)				
		RR Constant	EDR Constant	PLE
Moyenne absolue des résultats selon les deux cohortes	Survie	1,64%	0,55%	0,53%
	MR	41	14	13

Tableau 43. – Apnée du sommeil : moyenne absolue de l’écart entre les différentes méthodes d’estimation et la dernière année de suivi des deux cohortes.

Des estimations se rapprochant de 0,55% et 0,53% ont été possible avec la méthode EDR constant et PLE avec un MR correspondant à 14 et 13. Ce sont des résultats très près de la réalité. Pour RR

constant, qui donne de moins bons résultats, la différence des valeurs en survie est de 1,64% et 41 en MR.

6. Virus Immunodéficience Humaine

Le taux de prévalence du VIH au Canada s'élevait à 173 sur 100 000 personnes en 2016. Malheureusement, ce taux augmente pratiquement d'année en année depuis les années 80 [51]. Cependant, cette situation s'explique plus en raison d'une diminution des décès reliés au VIH qu'une réelle augmentation de la contamination [52]. En effet, le nombre de nouvelles infections a diminué depuis 10 ans et de nouveaux traitements anti-VIH ont vu le jour au début des années 2000 faisant en sorte d'améliorer grandement la situation des gens atteints de cette maladie. Ces médicaments, nommée les antirétroviraux (ART en anglais pour « antiretroviral therapy »), sont maintenant recommandés comme traitement pour toute personne atteinte de VIH [53]. Ce traitement, qui est en fait une combinaison d'un minimum de trois médicaments ART, permet de diminuer la charge virale du virus et de maintenir le compte de CD4, un type de lymphocytes, élevé dans le corps[54]. Ainsi, les patients ne développent pas le syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA), conserve un système immunitaire fort et la mortalité liée à la maladie est grandement diminuée. Depuis les améliorations du traitement du VIH par les ART, cette maladie auparavant rapidement mortelle est devenue une maladie chronique; les personnes affectées pouvant vivre de nombreuses années. C'est dans cette optique que nous avons décidé d'analyser cette maladie avec les différentes méthodes d'estimation de la survie.

Nous avons choisi un article qui analyse la survie sur 12 ans de suivi d'une cohorte de plus de 11 000 adultes atteints de VIH et débutant le traitement ART entre 2004 et 2006 [55]. L'âge auquel a été calculé le MR et l'EDR est 34 ans avec six ans de suivi. Comme l'étude a été réalisée en Afrique du Sud, nous avons utilisé la population générale de ce même pays comme population de comparaison avec des proportions de 69% de femmes et 31% d'hommes afin de respecter les mêmes proportions que l'étude. Le Tableau 44 présente la mortalité attendue (P') et observée (P) tirés de la table de la population générale et l'article, la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité (\check{q} et \check{q}') ainsi que le RR et l'EDR associés, soit des valeurs de 2,69 et 0,0182 respectivement.

Calcul du RR et EDR à la 6 ^e année de suivi	
P'	0,9369
q'	0,0108
P	0,8380
q	0,0290
RR	2,69
EDR	0,0182
P' = survie cumulative (attendue) ; q' = mortalité attendue	
P = survie cumulative (observée) ; q = mortalité observée	
RR = risque relatif; EDR = excès de mortalité	

Tableau 44. – VIH : valeurs de la survie cumulative, de la moyenne géométrique annuelle des taux de mortalité, de RR et EDR à six ans de suivi.

Le Tableau 45 présente les résultats des différentes méthodes de calcul et la survie estimée. À la fin des 12 années de suivi, la différence entre les méthodes et la valeur de l'article était -6,78% pour RR constant, -6,21% pour EDR constant, -6,12% pour PLE. Ramené en ratio de mortalité, cette différence équivaut à 68, 62 et 61 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement (Tableau 46).

Suivie (années)	Âge (atteint)	Survie Cumulative				
		P' (Table de survie, Afrique du Sud, 2001-11)	P1 (Survie cumulative selon l'étude)	P2 (RR Constant : 2,69)	P3 (EDR Constant: 0.0182)	P4 (PLE)
6	40	0,9369	0,8380	0,8380	0,8380	0,8441
7	41	0,9263	0,8230	0,8124	0,8132	0,8192
8	42	0,9158	0,8090	0,7877	0,7892	0,7947
9	43	0,9054	0,7960	0,7636	0,7658	0,7706
10	44	0,8949	0,7830	0,7398	0,7430	0,7467
11	45	0,8844	0,7730	0,7164	0,7207	0,7231
12	46	0,8737	0,7610	0,6932	0,6989	0,6998

Tableau 45. – VIH : survie cumulative selon la population générale d'Afrique du Sud (P'), selon l'étude (P1), selon RR constant (P2), selon EDR constant (P3) et selon PLE (P4).

Résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (12 ans)					
	Table de survie, Afrique du Sud	Selon l'étude	RR Constant	EDR Constant	PLE
Survie cumulative (%)	0,8737	0,7610	0,6932	0,6989	0,6998
% d'écart entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel:			-6,78%	-6,21%	-6,12%
Ratio de mortalité	201	269	263	262	
Différence de MR entre le résultat final estimé selon les différentes méthodes et le résultat réel			68	62	61

Tableau 46. – VIH : résultats de la survie cumulative et du MR à la dernière année de suivi (12 ans) et l'écart entre la valeur observée (l'étude) et les différentes méthodes d'estimation.

Les trois méthodes donnent des résultats très similaires dans l'analyse du VIH. Toutes les méthodes ont surestimé la mortalité associée à la condition. Les traitements ART étant en constante évolution, il se peut qu'au fil du suivi, l'amélioration des traitements ait aplati la courbe, permettant une moins bonne estimation. En effet, selon l'article, la mortalité associée aux différentes années de début du traitement ART est aussi différente. La cohorte des années 2004-2006 étant en référence, soit avec un risque instantané (« *hazard ratio* ») de 1, le risque de la cohorte des années 2013-2015 était de 0,85. On peut aussi constater cette amélioration de la mortalité en regardant la Figure 11, représentant la survie cumulative des hommes et des femmes selon les périodes de début de traitement ART.

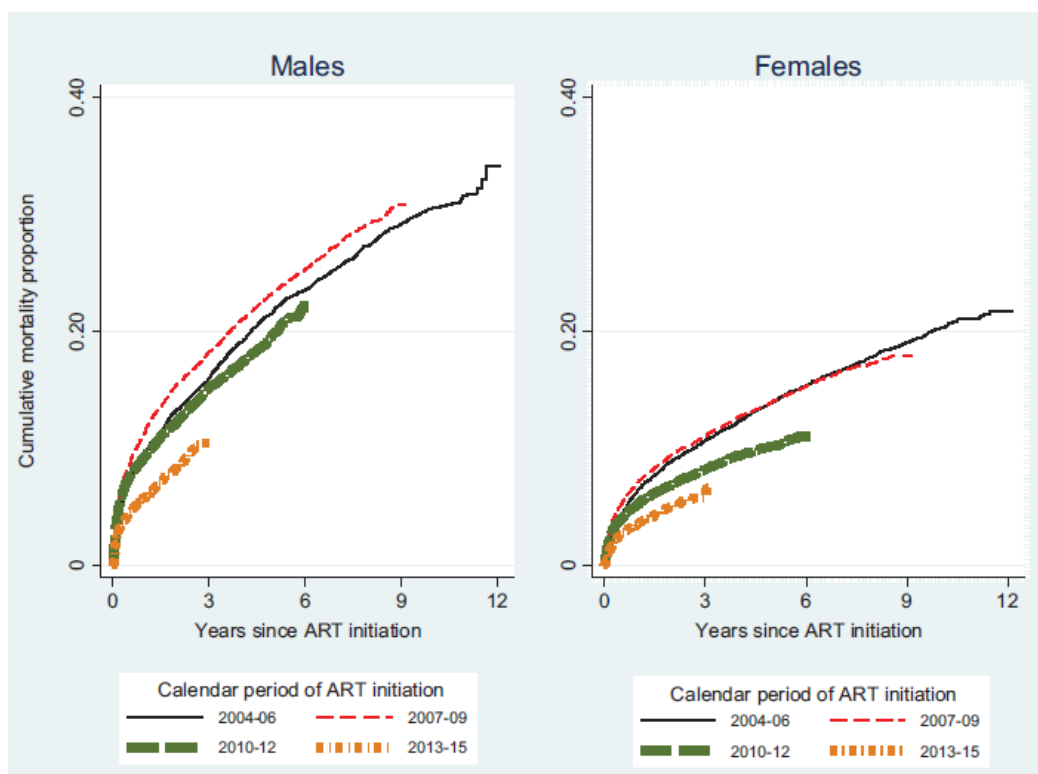


Figure 11. – Survie cumulative des hommes et des femmes atteints du VIH selon les périodes de début de traitement ART.

7. Résultats globaux

L'analyse individuelle des conditions médicales par les méthodes de RR constant, EDR constant et PLE nous a permis de voir comment se comportait les différentes méthodes d'estimation de la survie selon chacune des conditions étudiées. Cependant, ce genre d'analyse ne permet pas toujours de tirer des conclusions générales. Nous nous pencherons donc sur d'autres analyses afin d'en faire ressortir des tendances. Nous regarderons les données en fonction de l'âge des cohortes suivies, de la durée ou de la période des suivis et par type de conditions médicales.

7.1 Données et analyses brutes

Nous avons tout d'abord rassemblé l'ensemble des résultats des analyses exposées dans ce travail. Nous avons regroupé les résultats de la différence entre la méthode d'estimation et le résultat de l'article analysé à la dernière année de suivi pour chacune des conditions (Tableau 47). En calculant la moyenne absolue de l'ensemble des résultats, nous arrivons à une moyenne absolue de l'écart de 6,46%, 4,21% et 4,33% pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. En MR, ces résultats nous donnent un écart de 58, 44 et 44 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. Cela nous indique que EDR constant semble donner de meilleurs résultats de façon générale à la toute fin du suivi pour l'ensemble des conditions, suivi de très près par la méthode PLE (la différence entre ces deux méthodes n'étant pas significative et même nulle lorsque rapporté en MR).

Conditions médicales analysées		Différence entre la méthode d'estimation et le résultat des articles sélectionnés à la dernière année					
		Survie (%)			Ratio de Mortalité		
		RR Constant	EDR Constant	PLE	RR Constant	EDR Constant	PLE
Leucémie myéloïde chronique		-2,96	0,99	1,23	35	-11	-14
Cancer de la prostate	Prostatectomie radicale	-4,52	-3,88	-3,93	12	10	11
	Observation	-6,7	-3,92	-4,25	21	12	13
Cancer du sein		-22,94	-9,86	-11,27	131	41	50
Lymphome de Hodgkin		3,78	9,34	9,5	-133	-316	-321
Pontage aortocoronarien	50 ans et moins	-2,19	2,97	2,93	39	-51	-50
	De 51 à 70 ans	0,11	3,78	3,66	-1	-19	-17
	71 ans et plus	-0,25	-2,02	-1,89	1	5	5
Angioplastie coronarienne		-12,94	-5,94	-6,25	51	22	23
Accidents vasculaires cérébraux	Chez les jeunes adultes	-7,21	-1,56	-1,37	169	35	31
	Chez les personnes âgées	-18,61	-11,09	-11,09	74	39	39
Cardiomyopathie hypertrophique chez la femme		-4,61	-0,47	-0,34	48	5	4
Apnée du sommeil	Diagnostiquée lors d'une hospitalisation	-2,92	-0,77	-0,71	74	19	18
	Diagnostiquée en clinique spécialisée	-0,37	0,34	0,36	9	-8	-8
VIH		-6,78	-6,21	-6,12	68	62	61
Moyenne absolue		6,46	4,21	4,33	58	44	44

Tableau 47. – Ensemble des résultats de la différence entre la méthode d'estimation et le résultat de l'article analysé à la dernière année de suivi pour chacune des conditions étudiées.

L'analyse des différentes méthodes d'estimation de la mortalité à long terme est l'objectif principal de ce travail et nous constatons que les méthodes EDR constant et PLE sont légèrement supérieures à RR constant dans l'estimation de celle-ci. Cependant, il peut aussi être intéressant d'évaluer comment RR constant, EDR constant et PLE se comportent tout au long du suivi afin de voir si l'estimation de la mortalité est stable et proche de la réalité sur une plus longue période de temps, en opposition avec seulement une comparaison à la dernière année.

7.2 Données des cinq dernières années de suivi

Nous avons donc regardé la moyenne absolue de la différence entre les méthodes d'estimation et la valeur des articles, mais cette fois selon les cinq dernières années. Pour ce faire, nous avons calculé la différence pour chacune de ces cinq années et fait la moyenne absolue des résultats. Le Tableau 48 rapporte les résultats.

Conditions médicales analysées		Moyenne absolue de la différence entre la méthode d'estimation et la valeur des articles sélectionnés lors des cinq dernières années de suivi					
		Survie (%)			Ratio de Mortalité		
		RR Constant	EDR Constant	PLE	RR Constant	EDR Constant	PLE
Leucémie myéloïde chronique		1,90	0,50	1,04	26	7	15
Cancer de la prostate	Prostatectomie radicale	3,42	2,88	2,86	9	8	7
	Observation	3,66	1,26	1,33	12	4	4
Cancer du sein		19,44	7,52	7,73	113	35	36
Lymphome de Hodgkin		1,39	4,63	5,01	54	179	195
Pontage aortocoronarien	50 ans et moins	1,23	2,15	2,40	25	44	50
	De 51 à 70 ans	0,13	2,60	2,80	1	14	15
	71 ans et plus	0,56	1,00	1,12	1	2	3
Angioplastie coronarienne		8,28	3,41	3,07	37	14	13
Accidents vasculaires cérébraux	Chez les jeunes adultes	4,74	1,18	0,74	132	32	19
	Chez les personnes âgées	11,73	6,05	5,11	49	23	19
Cardiomyopathie hypertrophique chez la femme		2,36	0,31	0,59	29	4	8
Apnée du sommeil	Diagnostiquée lors d'une hospitalisation	1,69	0,60	0,43	53	19	13
	Diagnostiquée en clinique spécialisée	0,22	0,15	0,22	6	5	7
VIH		4,43	4,09	3,74	50	46	42
Moyenne absolue		4,35	2,55	2,55	40	29	30

Tableau 48. – Moyenne absolue de la différence entre la méthode d'estimation et la valeur des articles sélectionnés lors des cinq dernières années de suivi.

Comme attendu, les résultats des estimations sont meilleurs et se rapprochent encore plus de la réalité. Les résultats pour la moyenne absolue des cinq dernières années donnent 4,35%, 2,55% et 2,55% de différence pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. En MR, ces résultats nous donnent 40, 29 et 30 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. Ceci est dû en partie au fait que plus on se rapproche du départ de l'estimation de la mortalité, soit à la moitié du suivi, plus nous devrions avoir de meilleurs résultats puisque la meilleure estimation est en théorie au début du suivi. Encore une fois, EDR constant et PLE donnent de meilleurs résultats que RR constant.

7.3 Données de la deuxième moitié du suivi

Finalement, nous avons fait le même calcul que pour les cinq dernières années de suivi mais cette fois, appliqué à l'entièreté de la deuxième moitié du suivi. Le Tableau 49 expose les résultats de la moyenne absolue de la différence entre la méthode d'estimation et la valeur des articles sélectionnés à la seconde moitié de suivi.

Conditions médicales analysées		Moyenne absolue de la différence entre la méthode d'estimation et la valeur des articles sélectionnés pour la seconde moitié de suivi					
		Survie (%)			Ratio de Mortalité		
		RR Constant	EDR Constant	PLE	RR Constant	EDR Constant	PLE
Leucémie myéloïde chronique		1,63	0,44	1,05	23	6	16
Cancer de la prostate	Prostatectomie radicale	2,35	1,98	1,93	6	5	5
	Observation	2,17	1,00	1,24	7	3	4
Cancer du sein		12,49	4,57	4,51	76	23	23
Lymphome de Hodgkin		1,13	3,38	3,83	48	132	156
Pontage aortocoronarien	50 ans et moins	0,83	1,61	2,22	18	36	47
	De 51 à 70 ans	0,13	1,86	2,22	1	11	14
	71 ans et plus	0,52	0,72	0,98	1	2	3
Angioplastie coronarienne		5,82	2,33	2,20	28	10	10
Accidents vasculaires cérébraux	Chez les jeunes adultes	3,71	0,94	0,67	108	27	20
	Chez les personnes âgées	8,98	4,45	4,38	38	17	17
Cardiomyopathie hypertrophique chez la femme		2,36	0,31	0,59	29	4	8
Apnée du sommeil	Diagnostiquée lors d'une hospitalisation	1,69	0,60	0,43	53	19	13
	Diagnostiquée en clinique spécialisée	0,22	0,15	0,22	6	5	7
VIH		3,86	3,57	3,18	44	41	36
Moyenne absolue		3,19	1,86	1,97	32	23	25

Tableau 49. – Moyenne absolue de la différence entre la méthode d'estimation et la valeur des articles sélectionnés pour la seconde moitié de suivi.

Les résultats pour la moyenne absolue des cinq dernières années donnent 3,19%, 1,86% et 1,97% de différence pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. En MR, ces résultats nous donnent 32, 23 et 25 pour RR constant, EDR constant et PLE, respectivement. Ces résultats viennent confirmer ce que nous avons constaté dans nos analyses, c'est-à-dire une meilleure estimation par EDR constant et PLE et ce, même sur toute la seconde moitié du suivi.

Bien qu'il soit important de connaître si les différentes méthodes d'estimation évaluent adéquatement la mortalité en général, il serait aussi intéressant de voir si les méthodes donnent de meilleurs résultats en fonction de certains facteurs, comme la durée du suivi ou selon l'âge de la cohorte. Nous nous pencherons sur cela dans les prochaines sections.

7.4 L'estimation de la survie en fonction de la durée du suivi

Le Tableau 50 montre l'âge des cohortes et les durées du suivi pour chaque condition que nous avons analysé. Dans les prochaines sections, nous utiliserons ces valeurs et les analyserons en fonction des résultats exposés dans ce travail.

Conditions médicales analysées		Âge de la cohorte	Durée du suivie
Leucémie myéloïde chronique		53	13
Cancer de la prostate	Prostatectomie radicale	67	19
	Observation	67	19
Cancer du sein		62	24
Lymphome de Hodgkin		38	15
Pontage aortocoronarien	50 ans et moins	46	16
	De 51 à 70 ans	61	16
	71 ans et plus	75	16
Angioplastie coronarienne		65	16
Accidents vasculaires cérébraux	Chez les jeunes adultes	46	15
	Chez les personnes âgées	68	15
Cardiomyopathie hypertrophique chez la femme		59	10
Apnée du sommeil	Diagnostiquée lors d'une hospitalisation	49	10
	Diagnostiquée en clinique spécialisée	49	10
VIH		34	12

Tableau 50. – Information sur l'âge de la cohorte et la durée du suivi des conditions médicales analysées.

Le premier facteur que nous avons étudié est la durée du suivi des articles scientifiques sélectionnés. En effet, les articles rapportaient des suivis d'au moins 10 ans et allaient jusqu'à 24 ans. Ainsi, il est pertinent d'analyser si une méthode d'estimation a eu de meilleurs résultats dépendamment de la durée du suivi. Nous avons donc rapporté les résultats (MR et survie (%)) de la moyenne absolue de la différence entre les méthodes d'estimation et les valeurs des articles sélectionnés à la seconde moitié de suivi en fonction de la durée du suivi. Nous avons utilisé cette valeur car celle-ci représente une donnée plus juste et globale que simplement la valeur à la dernière année. En effet, nous estimons qu'elle représente de façon plus adéquate la validité d'une méthode. Rappelons-nous ici qu'un résultat près de zéro indique qu'il estime adéquatement la mortalité, avec un résultat proche de celui des articles analysés. Nous avons

ensuite tiré une courbe de tendance polynomiale pour chaque méthode d'estimation (Figures 12 et 13). Ces courbes tentent de passer le plus proche possible de l'ensemble des points de la figure, nous permettant d'analyser la tendance générale et le comportement de chacune des méthodes d'estimation et ce, en fonction de la durée du suivi (prendre note que nous avons diminué l'axe des Y afin de mieux voir les résultats). Ceci fait en sorte que nous ne voyons pas tous les résultats car certains sont en dehors du champ, soit ceux du lymphome de Hodgkin, qui donnaient des résultats très loin de ceux de l'étude.

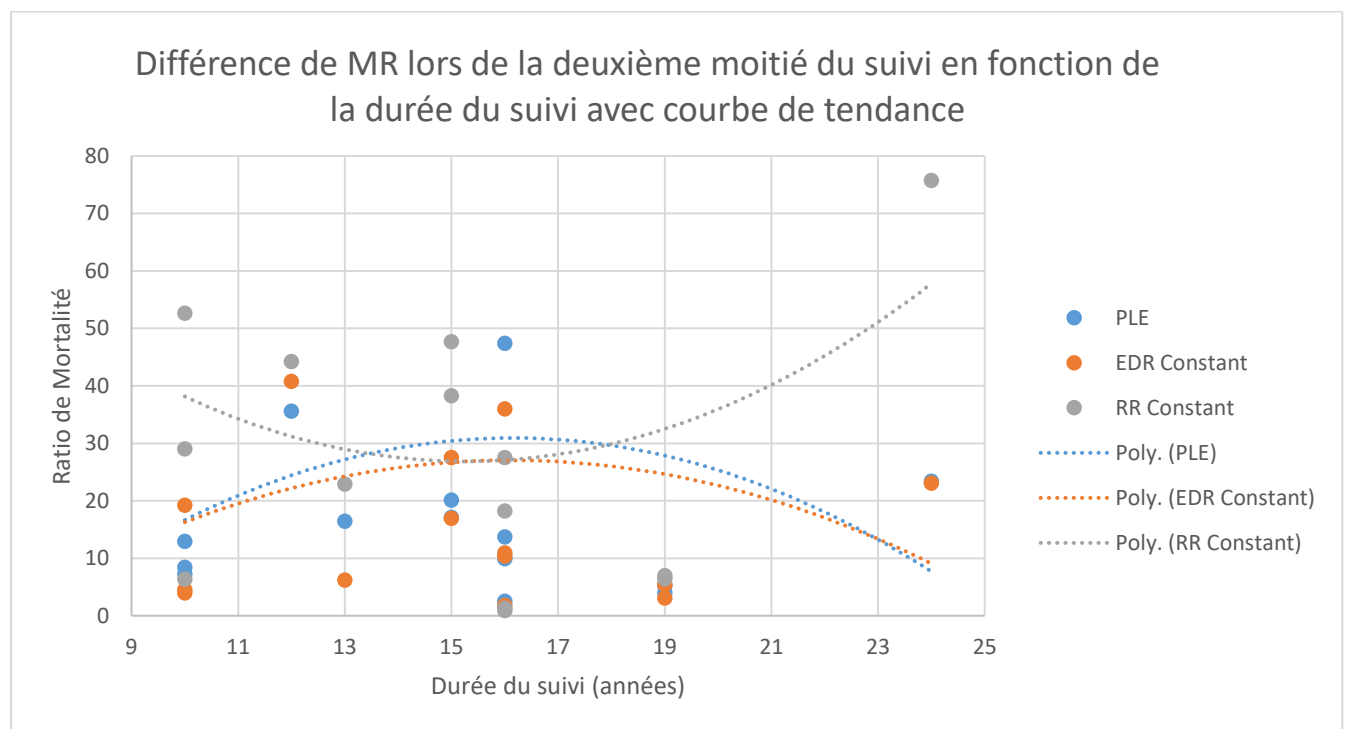


Figure 12. – Courbe de tendance du MR : moyenne absolue de la différence entre les méthodes d'estimation et les valeurs des articles sélectionnés à la seconde moitié de suivi en fonction de la durée du suivi.

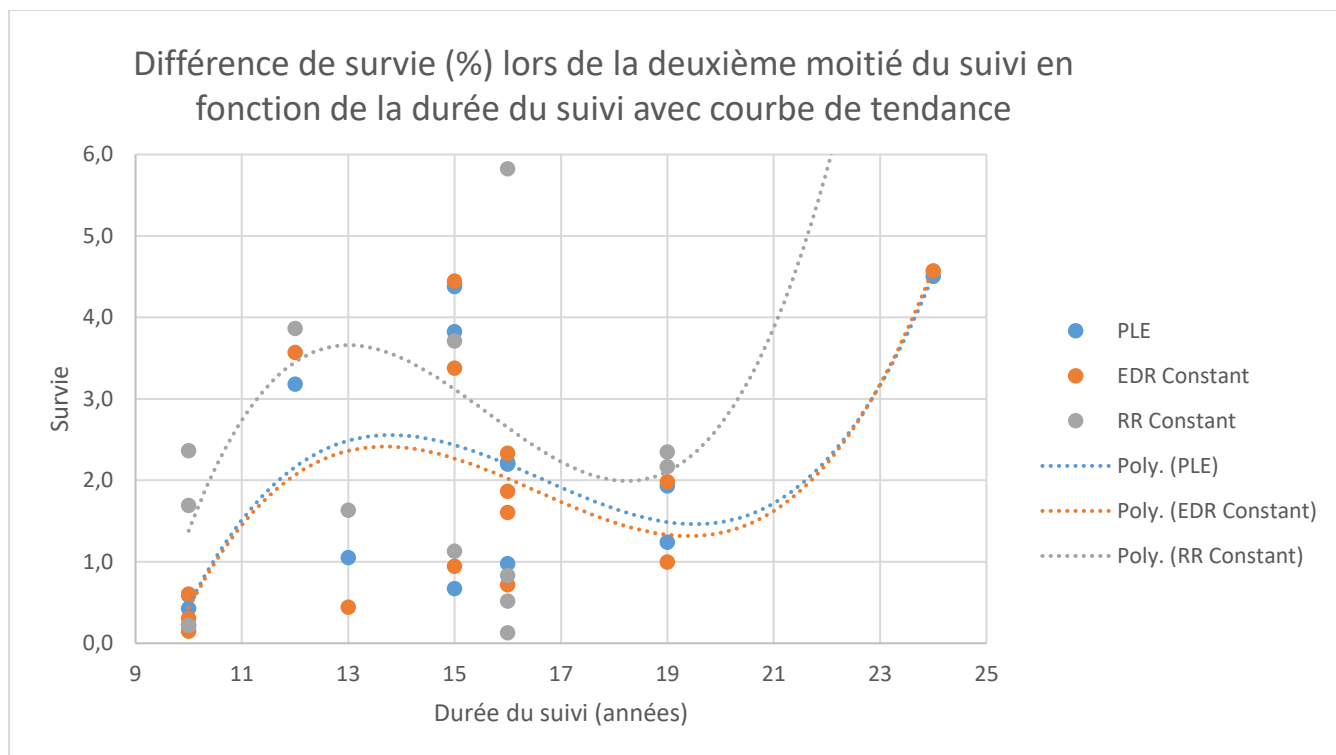


Figure 13. – Courbe de tendance de la survie (%) : moyenne absolue de la différence entre les méthodes d'estimation et les valeurs des articles sélectionnés à la seconde moitié de suivi en fonction de la durée du suivi.

En analysant les figures, nous constatons que EDR constant et PLE donnent une meilleure estimation sur un suivi plus court (9 à 13 ans) ou plus long (> 19 ans). Cependant, cette conclusion semble définitivement plus marquée pour les longs suivis. Pour les suivis qui avaient une durée autour entre 14 à 19 ans, toutes les méthodes donnaient des résultats qui se ressemblent. Ainsi, il pourrait être avancé que plus un suivi est long, plus EDR constant et PLE devraient être utilisés comme méthode d'évaluation afin de mieux estimer la mortalité.

7.5 L'estimation de la survie en fonction de l'âge de la cohorte

L'âge est aussi un facteur déterminant dans l'analyse du risque et de la mortalité. Pour une condition médicale donnée, nous avons vu que les courbes de survie peuvent être bien différentes dépendamment de l'âge de la cohorte. De plus, les méthodes d'estimation peuvent aussi se comporter de façon différente dépendamment de l'âge, car ce facteur a une influence sur les tables de mortalité, mais a aussi un impact direct dans les formules de calcul. En effet, comme la méthode PLE utilise l'espérance de vie afin d'estimer l'EDR à chaque âge, ce dernier a un impact majeur sur le résultat final. Il serait donc important de savoir si un âge particulier peut être garant d'une meilleure estimation de la mortalité.

Les Figures 14 et 15 montrent la tendance des résultats des méthodes d'estimation de la seconde moitié du suivi en fonction de l'âge.

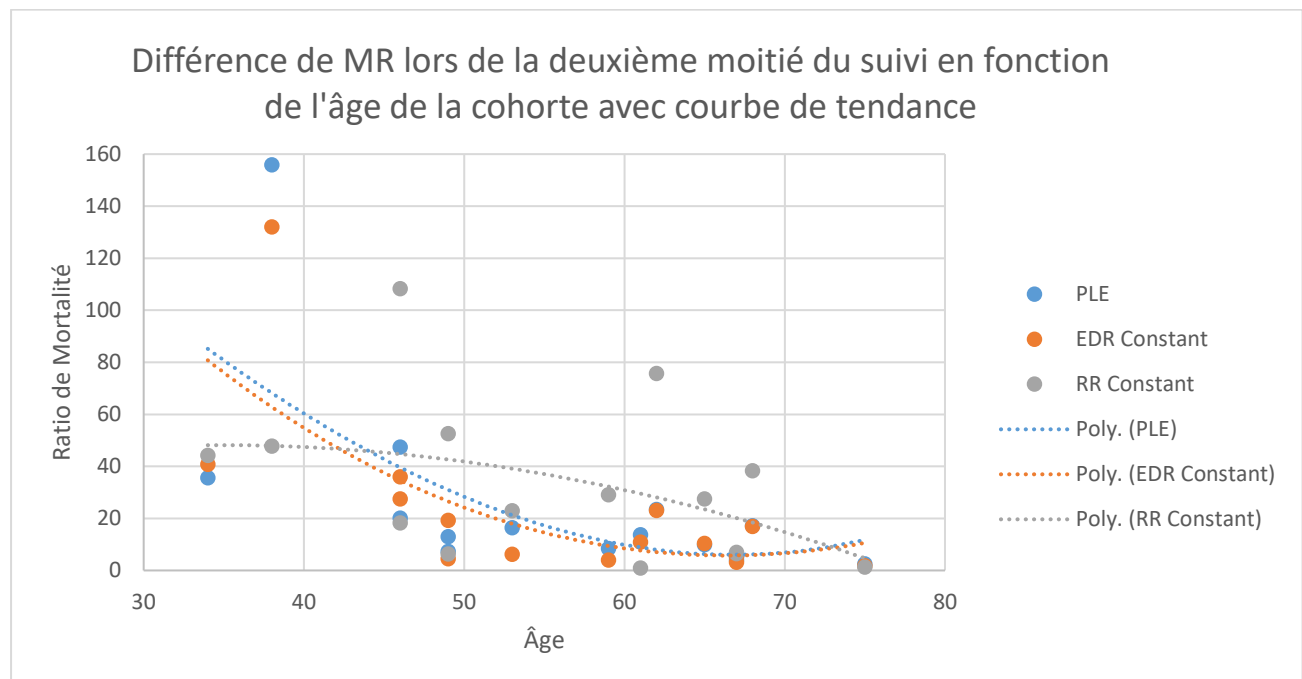


Figure 14. – Courbe de tendance du MR : moyenne absolue de la différence entre les méthodes d'estimations et les valeurs des articles sélectionnés à la seconde moitié de suivi en fonction de l'âge.

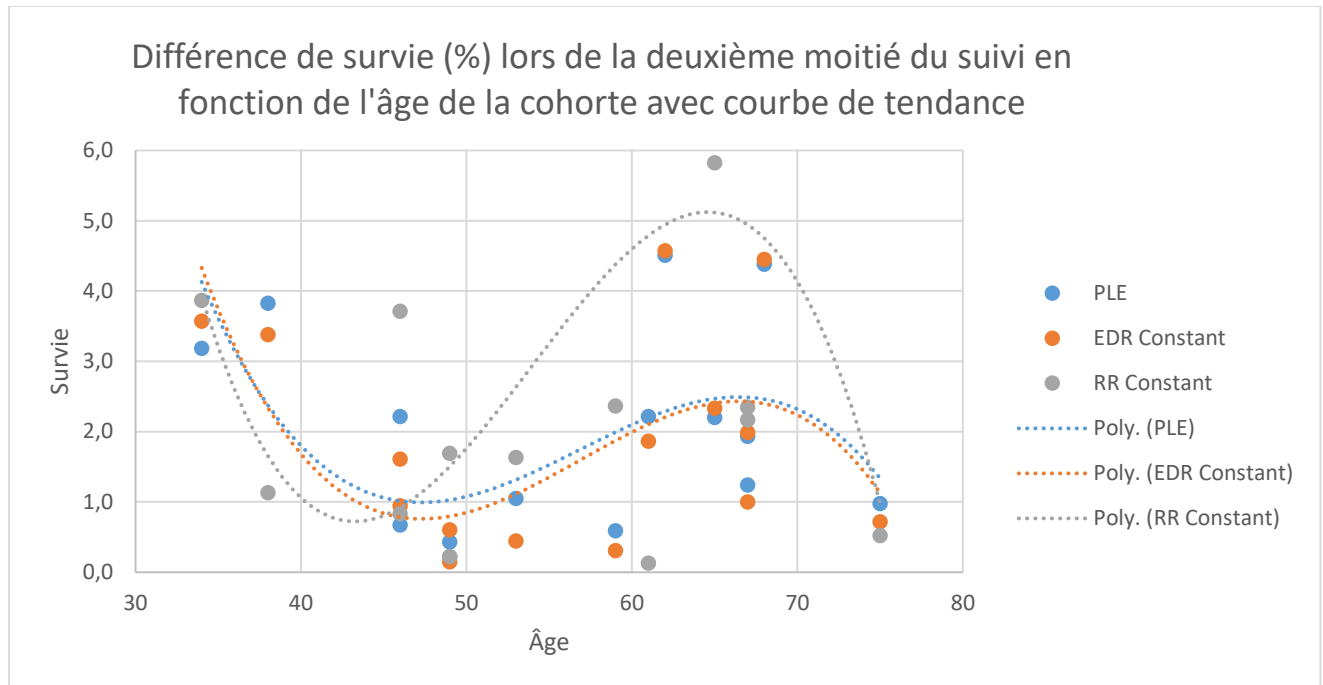


Figure 15. – Courbe de tendance de la survie (%) : moyenne absolue de la différence entre les méthodes d'estimation et les valeurs des articles sélectionnés à la seconde moitié de suivi en fonction de l'âge.

RR constant semble donner de meilleurs résultats à des âges plus jeunes, mais la différence entre les méthodes s'inverse par la suite. La différence n'est pas énorme lorsqu'elle est représentée en MR, mais elle l'est un peu plus lorsque représentée en pourcentage de la survie. Nous ne croyons cependant pas que les différences sont majeures et nous ne pouvons préconiser une méthode plutôt qu'une autre dans ce contexte.

7.6 L'estimation de la survie en fonction des types de conditions médicales

Finalement, la dernière analyse que nous souhaitions mener était de vérifier si le type de condition médicale avait un impact sur l'estimation de la survie par les différentes méthodes. Il est important de rappeler que les analyses se sont faites sur des conditions médicales chroniques, dans le sens où celles-ci ont un impact relativement important sur l'espérance de vie des gens sur une longue période. Ainsi, les conclusions que nous tirons de nos analyses ne sont applicables que pour ce type de conditions chroniques seulement. Cependant, il pourrait bien entendu exister des différences entre certaines conditions médicales chroniques. Par exemple, on pourrait se demander si les méthodes estiment mieux la mortalité des conditions comme les cancers ou la maladie cardiovasculaire. C'est sur quoi nous aurons un regard dans cette section. Les Tableaux 51 et 52 représentent les résultats des différentes méthodes d'estimation selon différents moments de suivi en fonction des types de conditions médicales. Nous avons décidé d'inclure une section « Cancer excluant le lymphome » car toutes les méthodes ont donné des résultats très loin de la réalité pour cette condition. Cela pourrait faire en sorte de cacher d'autres résultats intéressants en modifiant considérablement les moyennes si ceux du lymphome étaient inclus.

		MCAS			VIH, Apnée du sommeil, Cardiomyopathie		
		RR Constant	EDR Constant	PLE	RR Constant	EDR Constant	PLE
Différence entre la méthode d'estimation et le résultat de l'article à la dernière année	Ratio de Mortalité	56	29	28	50	24	23
	Survie (%)	6,89	4,56	4,53	3,67	1,95	1,88
Moyenne absolue de la différence entre la méthode d'estimation et la valeur de l'article des cinq dernières années	Ratio de Mortalité	41	22	20	34	18	18
	Survie (%)	4,45	2,73	2,54	2,18	1,29	1,24
Moyenne absolue de la différence entre la méthode d'estimation et la valeur de l'article lors de la seconde moitié de suivi	Ratio de Mortalité	32	17	18	33	17	16
	Survie (%)	3,33	1,98	2,11	2,03	1,16	1,10

Tableau 51. – Résultats des différentes méthodes d’estimation selon différents moments de suivi en fonction des types de conditions médicales (MCAS et autres conditions médicales incluant VIH, Apnée du sommeil et Cardiomyopathie)

		Cancer			Cancer excluant lymphome		
		RR Constant	EDR Constant	PLE	RR Constant	EDR Constant	PLE
Différence entre la méthode d'estimation et le résultat de l'article à la dernière année	Ratio de Mortalité	67	78	81	51	19	22
	Survie (%)	8,18	5,60	6,04	9,28	4,66	5,17
Moyenne absolue de la différence entre la méthode d'estimation et la valeur de l'article des cinq dernières années	Ratio de Mortalité	43	46	52	40	13	16
	Survie (%)	5,96	3,36	3,59	7,11	3,04	3,24
Moyenne absolue de la différence entre la méthode d'estimation et la valeur de l'article lors de la seconde moitié de suivi	Ratio de Mortalité	32	34	41	28	9	12
	Survie (%)	3,95	2,27	2,51	4,66	2,00	2,18

Tableau 52. – Résultats des différentes méthodes d’estimation selon différents moments de suivi en fonction des types de conditions médicales (Cancer).

On constate que pour pratiquement tous les types de condition médicale, PLE et EDR constant donnent des résultats plus près de la réalité. En effet, c'est seulement pour le cancer (lorsque l'on inclut le lymphome de Hodgkin) que la méthode de RR constant donne de meilleurs résultats lorsque représenté en ratio de mortalité. Cependant, cela vient du fait que la condition du Lymphome de Hodgkin a donné des résultats très éloignés de la réalité pour EDR constant et PLE comparativement à RR constant (-315, -320 et -132 respectivement, voir Tableau 15), ce qui a bien sûr joué sur tous les résultats de la section « Cancer ». En effet, si l'on exclut le lymphome de Hodgkin, les résultats ressemblent à ceux de la MCAS et les autres conditions médicales, soit EDR constant et PLE qui donnent de meilleurs résultats. Il pourrait être pertinent de faire davantage d'analyses sur d'autres cancers afin de tirer une conclusion plus solide. Finalement, nous pourrions avancer que le type de conditions médicales analysées ne change pas les conclusions qui avaient déjà été avancées auparavant par rapport aux résultats globaux.

7.7 Comparaison entre les différentes méthodes

Comme RR constant est la principale méthode utilisée en sélection des risques d'assurance vie, nous voulions faire ressortir les résultats que les méthodes EDR constant et PLE avaient produits en les comparant à la méthode standard. En effet, nous avons constaté que EDR constant et PLE donnaient des résultats plus représentatifs de la réalité que RR constant. Il serait donc important de mettre un chiffre sur cette différence afin de peut-être repenser les procédures systématiques en médecine d'assurance. Le Tableau 53 montre la différence en pourcentage entre RR constant et les résultats des méthodes (EDR constant et PLE) selon différentes durées analysées plus haut.

Différence en pourcentage entre RR constant et les résultats des méthodes EDR constant et PLE				
	Survie		Ratio de mortalité	
	EDR constant	PLE	EDR constant	PLE
Résultats de l'article à la dernière année de suivi	34,8%	33,0%	24,6%	23,7%
Résultats des cinq dernières années de suivi	41,2%	41,4%	27,2%	25,3%
Résultats de la seconde moitié de suivi	41,7%	38,2%	29,7%	21,9%
Moyenne des résultats selon les différentes durées de suivi	39,3%	37,5%	27,2%	23,6%

Tableau 53. – Différence en pourcentage entre RR constant et les résultats des méthodes EDR constant et PLE.

Un résultat avec un pourcentage élevé indique que la méthode utilisée (EDR constant ou PLE) était meilleure afin d'estimer la survie comparativement à la méthode de RR constant. Le pourcentage est principalement plus élevé lorsque l'on regarde l'ensemble du suivi, soit les cinq dernières années ou la seconde moitié du suivi, et non pas seulement la dernière valeur à la toute fin de suivi. Aussi, on observe à nouveau qu'EDR constant donne de meilleurs résultats que PLE. Finalement, si l'on regarde la moyenne des résultats selon les différentes durées de suivi, nous pouvons conclure qu'EDR constant et PLE donnent un résultat plus proche de la réalité que RR constant. Selon l'analyse en pourcentage de la survie, l'estimation par EDR et PLE est meilleure de 39,2% et 37,5%, respectivement, et de 27,2% et 23,6%, selon l'analyse en ratio de mortalité.

8. Discussion

L'objectif principal de ce mémoire était de valider la méthode *Proportional Life Expectancy* (PLE) comme étant potentiellement une meilleure méthode d'estimation de la survie à long terme que les méthodes traditionnelles comme l'excès de mortalité (EDR) constant et surtout le risque relatif (RR) constant. Pour ce faire, nous avons analysé les résultats d'articles scientifiques sur la mortalité de différentes conditions médicales et avons testé les méthodes d'estimation de la mortalité afin de voir laquelle donne des résultats semblables aux valeurs réelles. De façon générale, nos résultats montrent que l'estimation de la survie par EDR constant donne de meilleurs résultats que RR constant mais qu'ils sont comparables aux résultats que donnent PLE. Plus spécifiquement, nous pouvons avancer par les conclusions provenant des conditions analysées que :

- EDR constant et PLE donnent de meilleurs résultats dans l'estimation de la survie et du MR et ce, que ça soit à la dernière année du suivi, selon la seconde moitié du suivi ou les cinq dernières années du suivi.
- EDR constant donne de meilleurs résultats si on le compare à RR constant de l'ordre de 24% à 41% selon la manière d'exposer les résultats (en MR ou en pourcentage de la survie).
- PLE donne de meilleurs résultats si on le compare à RR constant de l'ordre de 21% à 41% selon la manière d'exposer les résultats (en MR ou en pourcentage de la survie).
- Plus l'estimation de la survie se fait à long terme (plus de 20 années), plus EDR constant et PLE devraient être préconisés comme méthode afin d'évaluer la mortalité.
- L'âge ne semble pas un facteur déterminant afin de choisir quelle méthode est la plus appropriée.
- Le type de conditions médicales analysées (cancers, maladies cardiovasculaires, etc.) n'influencent pas les conclusions des points précédents.

D'autres études avaient déjà analysé certaines méthodes d'estimation de la survie et tiré des conclusions. En effet, Strauss et al. [17] avait comparé cinq méthodes dont les trois qui nous intéressent particulièrement dans notre analyse. Les auteurs concluent selon leur analyse que RR constant surestimait la mortalité à long terme, qu'EDR constant sous-estimait la mortalité et que PLE donnait des résultats plus près de la réalité. Cependant, leur analyse et objectifs étaient différents des nôtres. Ils portaient plutôt sur l'estimation par PLE du taux de mortalité à différents âges à partir d'un âge précis. Il n'y avait pas un contexte de suivi d'une condition médicale dans leur analyse. Ainsi, il est possible de faire certaines conclusions et comparaison entre les résultats ici présenté et ceux de Strauss, car nous utilisons la méthode PLE dans nos analyses, mais toujours en gardant en tête cette différence.

De notre côté, nous arrivons aux mêmes résultats pour ce qui est du fait que RR constant surestime la mortalité, donnant en effet une survie plus basse que la réalité (voir Tableau 47, la majorité des résultats de la survie pour RR constant sont négatifs). En revanche, EDR constant et PLE se ressemblent beaucoup et EDR constant donne de meilleurs résultats dans notre analyse. Un point important à prendre en considération est celui que la majorité des conditions analysées dans l'article de Strauss et al. sont pour la plupart « non évolutive » comme la paralysie cérébrale ou les traumatismes médullaires, ce qui pourrait expliquer la différence dans les résultats de EDR constant et PLE. Aussi, il est fort possible que nos analyses ne soient pas assez longues pour voir une réelle différence entre la méthode EDR constant et PLE. En effet, dans la méthode PLE, l'EDR tend à augmenter avec l'âge, donc plus on s'éloigne du point de départ (l'âge où l'EDR est le même pour la méthode PLE et l'EDR constant), plus les résultats diffèrent. Il pourrait être intéressant et pertinent de comparer l'estimation de la mortalité des deux méthodes sur de très longs suivis médicaux ou à des âges très avancés. Dans le contexte de l'assurance vie, cela est peut-être moins pertinent, mais lorsqu'il est question d'évaluer l'espérance de vie d'une personne à la suite d'un accident dans un litige pour dédommagement, les conséquences peuvent être majeures. C'est exactement dans ce contexte que Strauss et al. comparaient les méthodes d'estimation.

Un autre article comparant différentes méthodes d'estimation de la mortalité, dont le modèle par EDR et par SMR (similaire à RR constant), concluait que la méthode EDR était la meilleure et celle par SMR était la pire [56]. Un fait intéressant de l'article est que les auteurs s'intéressaient

à des conditions médicales que l'on considérait comme « chroniques » selon notre analyse (hypertension, maladie pulmonaire tel l'emphysème, etc.) et que les résultats avaient été analysés selon différentes durées et intervalles (i.e. entre 1 et 5 ans, 6 et 10 ans, 11 et 15 ans et total). Cependant, PLE ne faisait pas partie des méthodes analysées.

Il est important de mentionner certaines limites qui existent dans notre analyse. L'analyse statistique des résultats n'a pas été faite et certains résultats pourraient donc être considérés comme non significatifs. Il est donc mieux de regarder les tendances générales qu'une situation bien précise. En premier lieu, d'autres types de conditions médicales auraient pu être analysées afin de s'assurer que la méthode PLE fonctionne pour des maladies qui affectent d'autres systèmes. Aussi, nous avons tenté de trouver des articles scientifiques qui peuvent être considérés comme des standards de la littérature pour l'analyse de la mortalité et de la survie d'une condition médicale donnée. Cependant, l'évolution des données et le flux à laquelle les études sont publiées peuvent faire en sorte que les articles utilisés ne sont peut-être plus les plus récents ou avec les plus grandes cohortes au moment d'écrire cette discussion. Un autre point à mentionner est celui de l'amélioration de la qualité des soins (technique, traitement, chirurgie, etc.) en cours de suivi et qui a un impact considérable sur l'amélioration de la survie. Comme les articles sélectionnés sont des suivis à long terme, il est évident que l'amélioration de la qualité des soins au fil du temps a eu un impact sur les tendances des courbes de survie des conditions médicales analysées. Comme le but des méthodes est d'estimer la survie à long terme, il pourrait être tentant d'ajuster cette survie avec une variable qui prend en considération cette amélioration de la médecine. Cette variable pourrait être différente selon le domaine médical et pourrait être calculée en considérant, par exemple, l'amélioration des soins dans les 15 ou 20 dernières années et ainsi extrapoler cette amélioration dans les années futures. Bien que cette technique semble intéressante, plusieurs raisons ont été avancées pour ne pas nécessairement considérer ce facteur, notamment en raison du fait qu'elle ne peut pas être appliquée à toutes les conditions médicales et de l'incertitude que nous avons quant à savoir si cette amélioration se poursuivra toujours dans le futur [57]. Finalement, certains articles que nous avons utilisés avaient un groupe contrôle dans leur analyse. Malgré cela, nous avons malgré tout utilisé comme

groupe de comparaison la population générale afin de standardiser la méthodologie. Aussi, puisque l'évaluation de la mortalité à long terme des différentes méthodes d'estimation nécessite des valeurs de survie qui sont en dehors du simple suivi présenté dans les articles en question, certaines valeurs n'étaient tout simplement pas accessibles. Évidemment, il serait plus précis d'utiliser directement le groupe contrôle en guise de comparaison pour le calcul du MR et d'EDR que la population générale, car ce groupe a les mêmes caractéristiques que le groupe analysé sans la condition médicale qui est évaluée. Une solution envisageable pour la construction de tables de mortalité lors de futures analyses pourrait être d'utiliser la mortalité connue du groupe contrôle et de compléter le reste de la table avec la mortalité d'une population adéquate de comparaison (population générale ou d'assurance).

Malgré ces limites, nous croyons que certaines recommandations peuvent être tirées de cette analyse afin d'améliorer le calcul de la mortalité dans les différents domaines qui nous intéressent. Les méthodes EDR constant et PLE devrait être priorisées avant RR constant dans le calcul de la mortalité, particulièrement lorsque l'on calcule une survie à long terme. Bien que la méthode PLE demande un peu plus d'étapes dans les calculs, il n'y a pas de raison d'utiliser RR constant à la place d'EDR constant, car ces deux dernières méthodes demandent pratiquement le même niveau d'effort.

Aussi, comme la littérature scientifique évolue rapidement et que cela prend beaucoup de temps avant de connaître la mortalité à long terme, il n'est pas toujours possible de trouver un article scientifique qui décrit la mortalité sur plusieurs années d'une condition médicale spécifique, d'une condition avec l'essai d'un nouveau traitement ou d'une condition faisant appel à une nouvelle procédure thérapeutique. Avec les méthodes PLE et EDR constant, il a été démontré qu'il était possible de seulement connaître la mortalité des premières années afin d'extrapoler adéquatement la survie à plus long terme. Il serait ainsi convenable d'utiliser ces méthodologies dans certaines situations où l'information est connue à court terme mais limitée à long terme. Des décisions en sélection des risques pourraient être avancées un peu plus rapidement, avantageant la compagnie d'assurance qui utilise ces méthodes de calcul.

Il a aussi été intéressant de découvrir que ces deux méthodes donnaient de meilleurs résultats non seulement à la toute fin du suivi, mais aussi lorsque l'on regarde des durées de suivi différentes, par exemple lors de notre analyse sur la moyenne des cinq dernières années ou de la seconde moitié du suivi. Ceci est un point important à considérer, car en sélection des risques en assurance vie, il est primordial de connaître non seulement la mortalité à long terme, mais aussi à l'intérieur d'un intervalle donné. Les méthodes EDR constant et PLE sont donc tout indiquées afin de permettre un calcul juste pour cet objectif.

Évidemment, d'autres pistes de recherche sont possibles afin de compléter ce travail et fortifier les évidences positives afin d'utiliser adéquatement les méthodes EDR constant et PLE. Une considération importante à tenir en compte lors de l'analyse du risque en assurance vie est qu'il arrive que le client soit atteint de plusieurs conditions médicales, ou comorbidités. Parfois, ces conditions médicales sont interreliées, parfois non. Ces comorbidités ajoutent de la complexité aux calculs. Elles peuvent être additives (lorsque le risque d'une condition s'ajoute simplement à une autre), elles peuvent être au-delà d'une simple addition (lorsque les conditions réunies donnent un risque global plus grand que l'ensemble des conditions pris séparément) ou bien elles peuvent donner un résultat en dessous du risque additionné (lorsque les risques des conditions s'entrecroisent et que le risque d'une condition soit compris dans le risque d'une autre condition) [58, 59]. Il en va du jugement de l'expert de déterminer si certaines conditions doivent être additionnées ou non. Une autre option est de trouver des articles qui analysent le risque de mortalité de plusieurs conditions en même temps. Il est aussi important de mentionner qu'il a été avancé que, lorsque les variables sont indépendantes (par exemple, certaines comorbidités), l'utilisation d'un modèle où l'on additionne les risques (comme lors de l'utilisation de EDR) donnerait de meilleures prédictions du risque global que lorsque l'on utilise un modèle qui prend des ratios et les additionne ou les multiplie (par exemple lors de l'utilisation de plusieurs MR ou RR) [60]. Ainsi, cette considération va une fois de plus en faveur de l'utilisation des méthodes EDR constant et PLE car ces méthodes utilisent des EDR dans leur calcul et ceux-ci sont plus adéquats lorsqu'il est question de calculer le risque de plusieurs conditions médicales.

Une autre piste de recherche pour de futures analyses serait la possibilité que la méthode PLE puisse adéquatement estimer non seulement la mortalité à long terme à partir d'un âge donné

tel que nous l'avons démontré dans notre analyse mais aussi la mortalité d'une maladie chronique à d'autres âges. Par exemple, en connaissant le MR ou l'EDR à un âge donné, il pourrait être possible d'estimer directement un autre MR ou EDR à un autre âge. Nous l'avons constaté dans nos calculs sur le pontage coronarien, la mortalité d'une même condition médicale est bien différente dépendamment de l'âge. Dans ce contexte, il est évident que MR constant et EDR constant ne peuvent pas être utilisés.

Finalement, il serait aussi intéressant d'analyser la méthode d'EDR constant et de PLE mais sur un suivi beaucoup plus long ou à des âges beaucoup plus avancés que ce qui a été analysé ici. Il serait ainsi possible de constater laquelle des deux méthodes est la meilleure. En effet, il n'a pas été possible de voir une différence majeure dans nos analyses, probablement en raison des limites mentionnées ci-dessus.

9. Conclusion

Bien qu'il n'existe aucune méthode parfaite afin d'estimer la survie ou la mortalité d'une personne ou d'un groupe, cette évaluation est primordiale et ce, dans bien des secteurs d'activité. Cela peut être pour une expertise médicale sur une personne atteinte d'une maladie chronique, une évaluation en sélection des risques d'assurance vie ou une analyse financière d'une rente pour un groupe d'individu. Afin de prendre des décisions éclairées et les plus précises possible, différentes méthodes ont été avancées pour permettre à des avocats, des actuaires, des tarificateurs ou des médecins-experts d'évaluer adéquatement le risque de décès. Nous en avons présenté trois dans ce travail, soit RR constant, EDR constant et PLE.

Dans cette ère de hautes technologies, d'automatisation et d'analyses prédictives, les professionnels en évaluation du risque doivent eux aussi naviguer dans cet océan de données, bien les interpréter et prendre des décisions qui reposent sur des évidences le plus à jour possible. Dans ce contexte, avoir des bases solides établies sur des principes scientifiquement fondés est bien plus qu'une nécessité. À la lumière des résultats présentés dans ce mémoire, il est tout indiqué qu'EDR constant, suivi de près par PLE, sont des alternatives de choix pour palier à ce besoin lors de l'évaluation du risque de mortalité pour l'analyse médico-légale et la médecine d'assurance.

Référence bibliographique

1. Institut de la statistique, Gouvernement du Québec. Available from: <https://www.stat.gouv.qc.ca/>.
2. Our World in Data, Life Expectancy. Available from: <https://www.ourworldindata.org/>.
3. Strauss DJ and S. R, *Life Expectancy of Persons with Chronic Disabilities*. Journal of Insurance Medicine, 1998. **30**: p. 96-108.
4. Anderson TW and Marion SA, *Underestimation of life expectancy in elderly patients: The example of paraplegia*. BC Medical Journal, 2003(43): p. 178-182.
5. Statistique Canada - Chapitre 4 : Projection de la mortalité. Available from: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/91-620-x/2014001/chap04-fra.htm>.
6. Anderson TW and Marion SA, *Estimating Mortality Rates: The Role of Proportional Life Expectancy*. Journal of Insurance Medicine, 2005(37): p. 35-41.
7. Pokorski RJ, *Mortality Methodology and Analysis Seminar Text*. Mortality Methodology and Analysis Seminar, 1988. **20**(4).
8. Naslafi A, et al., *Geographical Variations in Post Myocardial Infarction Mortality and Their Impact on Risk Selection*. Journal of Insurance Medicine, 2004. **36**: p. 282–291.
9. Winsemius DK, *Improved Calculations of Group Mean Expected Mortality Rates, Part 1: The Case of Normally Distributed Ages*. Journal of Insurance Medicine, 2000. **32**: p. 5-10.
10. Singer RB, *Use of a Mean Entry Age Underestimates Expected Mean Mortality Rate*. Journal of Insurance Medicine, 2006(38): p. 94–104.
11. Singer, R.B. and M.W. Rita, *Guidelines for evaluation of follow-up articles and preparation of mortality abstracts*. Journal of Insurance Medicine, 1991. **23**(2): p. 21-29.
12. Rigatti SJ, *A Simple Method for Computer-Based Survival Curve Measurement*. Journal of Insurance Medicine, 2009. **41**: p. 107–109.
13. The Human Mortality Database. Available from: <https://www.mortality.org/>.
14. Institut canadien des actuaires. Available from: <https://www.cia-ica.ca/>.
15. Society of Actuaries. Available from: <https://www.soa.org/>.
16. Naslafi A and Sestier F, *A Quicker Method for Calculating Mortality Ratios Based on Survival Rates in Clinical Trials and Other Follow-up Studies*. Journal of Insurance Medicine, 2001. **33**: p. 339–348.
17. Strauss DJ, et al., *Estimation of Future Mortality Rates and Life Expectancy in Chronic Medical Conditions*. Journal of Insurance Medicine, 2005. **37**: p. 20–34.
18. Groupe québécois de recherche en LMC-NMP. Available from: <https://www.gqr-lmc-nmp.ca/leucemie-myeloide-chronique/>.
19. Société de leucémie et lymphome du Canada. Available from: <https://www.sllcanada.org/faits-et-statistiques/faits-et-statistiques>.
20. Hehlmann R, et al., *Assessment of imatinib as first-line treatment of chronic myeloid leukemia: 10-year survival results of the randomized CML study IV and impact of non-CML determinants*. Leukemia, 2017. **31**: p. 2398-2406.
21. Société canadienne du cancer. Available from: <https://www.cancer.ca/fr-ca/cancer-information/cancer-type/prostate/statistics/?region=ns>.

22. Association des urologues du Canada. Available from:
<https://www.cua.org/themes/web/assets/files/4888french.pdf>.
23. Groupe d'étude canadien sur les soins de santé préventifs. Available from:
<https://canadiantaskforce.ca/cancer-de-la-prostate-resume-a-lintention-des-cliniciens/?lang=fr>.
24. Wilt TJ, et al., *Follow-up of Prostatectomy versus Observation for Early Prostate Cancer*. The New England Journal of Medicine, 2017(377): p. 132-42.
25. Gouvernement du Canada. Available from: <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies-chroniques/cancer/cancer-sein.html>.
26. Breastcancer.org - Invasive Ductal Carcinoma (IDC). Available from:
<https://www.breastcancer.org/symptoms/types/idc>.
27. Zheling Chen, et al., *Invasive lobular carcinoma of the breast: A special histological type compared with invasive ductal carcinoma*. PLoS ONE 2017. **12(9)**.
28. American Cancer Society - Breast Cancer Facts and Figures. 2017-2018; Available from:
<https://www.cancer.org/content/dam/cancer-org/research/cancer-facts-and-statistics/breast-cancer-facts-and-figures/breast-cancer-facts-and-figures-2017-2018.pdf>.
29. Société canadienne du cancer - Statistiques sur le lymphome hodgkinien. Available from:
<https://www.cancer.ca/>.
30. Société de Leucémie et Lymphome du Canada - Lymphome Hodgkinien. Available from:
<https://www.sllcanada.org/>.
31. Brockelmann PJ, et al., *Late Relapse of Classical Hodgkin Lymphoma: An Analysis of the German Hodgkin Study Group HD7 to HD12 Trials*. Journal of Clinical Oncology, 2017. **35(13)**: p. 1444 - 1454.
32. Agence de la santé publique du Canada, *Maladies cardiovasculaires*. Available from:
<https://cbpp-pcpe.phac-aspc.gc.ca/fr/chronic-diseases/cardiovascular-diseases/>.
33. Gouvernement du Canada, *Les maladies du cœur au Canada, 2018*. Available from:
<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/maladies-et-affections/rapport-maladies-coeur-canada-2018.html>.
34. Institut de Cardiologie de l'Université d'Ottawa.
35. Dalén M, et al., *Coronary Artery Bypass Grafting in Patients 50 Years or Younger : A Swedish Nationwide Cohort Study*. Circulation, 2015. **131**: p. 1748-1754.
36. Szummer K, et al., *Improved outcomes in patients with ST-elevation myocardial infarction during the last 20 years are related to implementation of evidence-based treatments: experiences from the SWEDEHEART registry 1995–2014*. European Heart Journal, 2017. **38**: p. 3056 - 2065.
37. Suzanne Nielsen, et al., *Trends in mortality risks among 94,328 patients surviving 30 days after a first isolated coronary artery bypass graft procedure from 1987 to 2006: A population-based study*. International Journal of Cardiology, 2017. **244**: p. 316-321.
38. Mølsted, P., et al., *Long-term survival after coronary bypass surgery and percutaneous coronary intervention*. Open Heart, 2016. **3**(e000489).
39. Statistique Canada - Les principales causes de décès. Available from:
<https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1310039401>.

40. *Gouvernement du Canada - Accidents vasculaires cérébraux au Canada*. Available from: <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/maladies-et-affections/accident-vasculaire-cerebral-canada-fiche-technique.html>.
41. Merel Sanne Ekker, et al., *Association of Stroke Among Adults Aged 18 to 49 Years With Long-term Mortality*. JAMA, 2019. **321**(21): p. 2113-2123.
42. Mathisen SM, et al., *Long-Term Mortality and Its Risk Factors in Stroke Survivors*. Journal of Stroke and Cerebrovascular Disease, 2016. **25**(3): p. 635-641.
43. Smajlović, D., *Strokes in young adults: epidemiology and prevention*. Vascular Health and Risk Management 2015. **11**: p. 157-164.
44. *Coeur et AVC - Cardiomyopathie*. 2020; Available from: <https://www.coeuretavc.ca/coeur/problemes-de-sante/cardiomyopathie>.
45. *Institut de Cardiologie de Montréal - Cardiomyopathie hypertrophique*. 2020; Available from: <https://www.icm-mhi.org/fr/soins-et-services/maladies-cardiovasculaires/cardiomyopathie-hypertrophique>.
46. Geske JB, et al., *Women with hypertrophic cardiomyopathy have worse survival*. European Society of Cardiology, 2017. **0**: p. 1-9.
47. *Statistique Canada - Apnée du sommeil au Canada, 2016 et 2017*. Available from: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/82-625-x/2018001/article/54979-fra.htm>.
48. *Gouvernement du Canada - L'apnée du sommeil*. Available from: <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies-chroniques/apnee-sommeil.html>.
49. *L'Association pulmonaire du Québec - Apnée du sommeil*. Available from: <https://pq.poumon.ca/maladies/apnee-du-sommeil/>.
50. Rod NH, et al., *Sleep Apnea, Disability Pensions, and Cause-Specific Mortality: A Swedish Nationwide Register Linkage Study*. American Journal of Epidemiology, 2017. **186**(6): p. 709-718.
51. *Gouvernement du Canada - Résumé : Estimations de l'incidence et de la prévalence du VIH, et des progrès réalisés par le Canada en ce qui concerne les cibles 90-90-90 pour le VIH, 2016*. 2016; Available from: <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/maladies-et-affections/esume-estimations-incidence-prevalence-vih-progres-realises-canada-90-90-90.html>.
52. *CATIE - L'épidémiologie du VIH au Canada*. Available from: <https://www.catie.ca/fr/feuilles-info/epidemiologie/epidemiologie-vih-canada>.
53. *WHO - Guideline on when to start antiretroviral therapy and on pre-exposure prophylaxis for HIV*. 2015; Available from: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/186275/9789241509565_eng.pdf;jsessionid=248E36757B046163C76A822B3B226D75?sequence=1.
54. *AIDS info - HIV Treatment*. Available from: <https://aidsinfo.nih.gov/understanding-hiv-aids/fact-sheets/21/51/hiv-treatment--the-basics>.
55. Cornell M, et al., *Twelve-year mortality in adults initiating antiretroviral therapy in South Africa*. Journal of the International AIDS Society, 2017(20): p. 21902.
56. Brad Roudebush and J. Klein, *Converting Clinical Literature to an Insured Population: A Comparison of Models Using Nhanes*. North American Actuarial Journal, 2002.

57. Vachon PJ and Sestier F, *Life Expectancy Determination*. Life Care Planning, 2013. **24**(2): p. 539-552.
58. Singer RB, et al., *Mortality in Co-morbidity (I) - Analysis of the Results in the Multiple Medical Impairment Study1 for Impairments with Elevated Blood Pressure as the Second or Co-morbid Impairment*. Journal of Insurance Medicine, 2007. **39**: p. 78-88.
59. Milano AF, et al., *Mortality in Co-Morbidity (II) – Excess Death Rates Derived from a Follow-up Study on 10,025 Subjects Divided into 4 Groups with or Without Depression and Diabetes Mellitus*. Journal of Insurance Medicine, 2007. **39**: p. 160-166.
60. Elandt-Johnson and Johnson, *Survival Models and Data Analysis*. Wiley Classics Library, 1980.